Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Rostock.
Direktor: Professor Dr. von Gaza.

Zur Frage der Wachstumschädigungen bei röntgenbestrahlten Knochen- und Gelenktuberkulosen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock
vorgelegt von

Walther Spieß
aus Trier a. M.

1929

Dekan: Professor Dr. Fischer.
Referent: Privatdozent Dr. Hueck.

Meiner Mutter gewidmet

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Frage, ob und in welcher Weise die Röntgenstrahlen auf das Wachstum der Knochen einwirken, ist nicht neu. Wohl als erster hat Perthes im Jahre 1903 sie auf experimentellem Wege zu beantworten versucht, indem er bei 3 jungen Hühnern in den ersten Tagen ihres Lebens einen Flügel isoliert bestrahlte. Die Bestrahlungsintensität betrug 12 H., gemessen am Holzknecht'schen Chromodiameter, bei 10 cm Abstand und einer Dauer von 45 Minuten. Er konnte schon am 7. Tage auffallende Unterschiede des bestrahlten Flügels gegenüber dem nichtbestrahlten feststellen, die sich in mangelhafter Entwicklung der Federn und einem Zurückbleiben der Flügelknochen im Längenwachstum äußerten.

Recamier bestrahlte den Kopf neugeborener Katzen halbseitig und ein Bein junger Hühner mit dem Erfolg, daß die bestrahlten Teile im Wachstum zurückblieben. Bei jungen Katzen trat eine Verlangsamung der Verknöcherung und ein längeres Erhaltenbleiben des Epiphysenknorpels ein. Recamier schließt daraus, daß die Röntgenstrahlen einen hemmenden Einfluß auf das Längenwachstum der Knochen ausüben und zwar sollen die Schädelknochen empfindlicher sein als die Extremitätenknochen. Aehnliche Ergebnisse zeigten die Versuche Försterlings, der geringere Bestrahlungszeiten als Perthes anwandte, nämlich 5 bis 20 Minuten, und stets nur ein einziges Mal bestrahlte. Einem 5 Tage alten Hund wurde die ganze linke hintere Extremität 10—12 Min. lang mit einer alten Müllerschen Wasserkühlröhre bei 20 cm Fokusdistanz bestrahlt. Nach 4 Wochen war der Fuß des bestrahlten Beines um 1 cm im Wachstum zurückgeblieben. Jungen Kaninchen wurde einmal die vordere, einmal die hintere Körperhälfte bestrahlt, auch hier ließen sich Wachstumshemmungen feststellen, die ebenso regelmäßig bei 20 Versuchstieren eintraten, wenn die Einwirkung genügend lange gewesen war, meist reichten 10 Minuten aus. Försterling schließt daraus, daß bei jungen, noch in starkem Wachstum begriffenen Tieren schon kurzdauernde einmalige Röntgenbestrahlungen, die geringer waren als die damals gebräuchlichen therapeutischen Dosen, in den exponierten Körperteilen eine erhebliche Wachstumshemmung hervorrufen können. Er rät deshalb, nur in dringenden Fällen kleine Kinder einer Röntgenstrahlenbehandlung zu unterziehen. Iselin ist der

Ansicht, daß Perthes sehr hohe Dosen gegeben habe und daß die Versuchstiere Försterlings zu jung seien im Vergleich zu den Kindern, die für die Röntgenstrahlenbehandlung überhaupt in Betracht kämen. Er hat bei einem 8jährigen Knaben, dessen Sprunggelenk samt der unteren Tibiaepiphyse mit voller Dose bestrahlt wurde, nach 1½ Jahren keine Veränderung der Epiphyse im Röntgenbild, wohl aber eine Verlängerung der Fibula um 1 cm finden können. Uebereinstimmend mit diesen Ergebnissen von Perthes, Recamier und Försterling berichtet Krukenberg über Wachstumsstörungen bei 2 Hunden, denen er einmal die vordere, einmal die hintere Körperhälfte bestrahlte, wobei jedesmal ein Zurückbleiben der bestrahlten Körperhälfte gegenüber der nichtbestrahlten im Wachstum sich ergab. An der hiesigen chirurgischen Klinik hat Plagemann im Jahre 1910 sich mit der Frage der Wachstumsstörungen durch Röntgenstrahlen beschäftigt. Ihm war bei einem 5jährigen Mädchen, das wegen Luxatio coxae congenita außergewöhnlich lange behandelt und oft röntgenologisch untersucht worden war, eine bedeutendere Atrophie der Femurdiaphysen aufgefallen, als sie andere Patienten des gleichen Krankheitsbildes mit kurzer Behandlungsdauer aufwiesen. Da er glaubte, diese Atrophie könne zum Teil vielleicht die Folge der Röntgenstrahleneinwirkung sein, suchte er durch Tierexperimente die Frage zu lösen, ob Röntgenbestrahlungen, die lediglich zu diagnostischen Zwecken gemacht werden, das Knochenwachstum irgendwie beeinflussen. Auf Grund seiner Versuche an Hunden, deren Alter zwischen 2 Tagen und 3¾ Monaten variierte, kommt er zu dem Resultat, daß wiederholte kurze Bestrahlungen in 4wöchigen Pausen keine Wachstumsstörungen hervorrufen, wohl aber Bestrahlungen mit kürzeren Zwischenpausen (3—1 Woche), und zwar sowohl im Dicken- als auch im Längenwachstum, allerdings mit gleichzeitiger Allgemeinschädigung des Körpers. Er meint, daß in seinem Falle des 5jährigen Kindes die Wachstumsstörung durch Inaktivitätsatrophie infolge ungewöhnlich langer Behandlung und Ruhigstellung des Beines bedingt sei und nicht durch die Bestrahlungen, die ja in mehr als 4wöchentlichen Pausen vorgenommen worden waren. Immerhin empfiehlt er Vorsicht bei ganz jugendlichen Individuen.

Walters Versuche sind hier nicht heranzuziehen, da sie sich nur mit dem Einfluß der Röntgenstrahlen auf das Gehirn befassen.

Iselin und Dieterle berichteten 1913 über 1 Dutzend Fälle von Wachstumsverzögerung, wenigstens an kleinen Knochen bei Kindern, die mehrfach einer Bestrahlung unter-

zogen wurden. Ihre Versuche an weißen Mäusen, Ratten, jungen Hunden und einem 2 Monate alten Kalb, wobei jedesmal nur die Gelenke bestrahlt wurden (im Gegensatz zu Försterling, der die ganze Extremität bestrahlte), ergaben regelmäßig am Orte der Einwirkung Wachstumshemmungen, und zwar umso erheblichere, je jünger das Tier und je größer die Dosis war. Aber schon 9 Monate nach dem Aussetzen der Bestrahlung hatte sich bei einem Hund und dem Kalb, die zu Beginn der Strahlenbehandlung 9 resp. 2 Wochen alt waren, die Verkürzung ausgeglichen. Sie machten als erste die Beobachtung, daß außer dieser lokalen Einwirkung der Teilbestrahlung sich auch eine Fernwirkung der Röntgenstrahlen geltend machte, in dem Sinne einer Beschleunigung des Gesamtwachstums der Tiere, selbst wenn am Orte der Einwirkung Wachstumsschädigungen sich bemerkbar machten.

Schede wendet sich gegen die Befürchtung, daß durch Röntgenstrahlen schwere Schädigung der Epiphysen und damit Wachstumsstörungen bei jugendlichen Individuen verursacht würden. Er war bei der Röntgenstrahlenbehandlung jugendlicher Knochen- und Gelenktuberkulosen weniger zurückhaltend als Iselin, der die großen Gelenke kleiner Kinder überhaupt von der Bestrahlung ausgeschlossen wissen wollte, und hat keine schlechten Erfahrungen gemacht. Allerdings wurden Kinder unter 5 Jahren überhaupt nicht bestrahlt und bei größeren Kindern wurde die Bestrahlung intakter Epiphysen möglichst vermieden. Sind aber die Epiphysenlinien selbst schon irgendwie in den Krankheitsprozeß mithineinbezogen, dann wird später eine Verkürzung unbedingt eintreten. In diesen Fällen wird man nach der Ansicht Schedes natürlich bestrahlen ohne Rücksicht auf etwaige Wachstumsschädigungen durch Röntgenstrahlen, die ja noch sehr fraglich sind. Er weist mit Recht noch auf die Inaktivitätsatrophie als einen wichtigen Faktor in der Aetiologie von Wachstumshemmungen hin. Die Tierexperimente von Perthes und Försterling will er nicht ohne weiteres auf Kinder über 5 Jahre übertragen wissen. Er meint, daß Röntgenstrahlen, mit Maß und Ziel angewandt, keine so großen Gefahren für das Wachstum in sich tragen, als chirurgische Eingriffe in der Nähe der Epiphysen. Er hat die Bestrahlung allseitig ausgeführt mit einer Strahlenmenge von ca. 3—5 Holzknechteinheiten (5 H = 10 X = 1 HED) an jeder Einfallspforte, die Entfernung des Fokus von der Haut betrug 30 cm. Nach mindestens 21 Tagen wurde die Bestrahlung wiederholt. Er hat mit dieser Dosierung ein 5jähriges Mädchen in 2 Jahren 15mal bestrahlt und keine Wachstumsstörungen bemerkt, ebenso wenig bei zwei weiteren Kindern im Alter von 10 und

12 Jahren. Auch Schmerz konnte keine Wachstumsstörungen bei Bestrahlungen von Gelenktuberkulosen finden. Nach Baisch ist der Fall Scheedes, der innerhalb von 2 Jahren keine Wachstumsstörungen aufwies, nicht absolut beweisend, da die Beobachtungszeit zu kurz sei. Er fand bei einem 10jährigen Jungen nach 12 Bestrahlungen eine kräftige Femurepiphyse der bestrahlten Extremität, die sich palpatorisch und im Röntgenbild eher massiger und größer erwies als die der nicht bestrahlten Seite.

Gegenüber allen früheren Tierexperimenten, denen der Mangel ungenauer Dosierung der Strahlenmenge anhaftet, sind die Versuche v. Hoffmanns (Sammelreferat Geller) von größerer Bedeutung, die an wachsenden Katzen und Kaninchen vorgenommen wurden, mit genau angegebenen Dosen. Bei 10—20 % HED setzte eine auch histologisch erkennbare Förderung des Längenwachstums der Tibia ein, auf 25 % HED reagierten ganz junge Tiere und auf 40 % HED etwas ältere Tiere mit einer Wachstumsverlangsamung. Je größer die Dosen nun werden, umso mehr springen die Schädigungen in die Augen. Die wachstumshemmende Wirkung der Röntgenstrahlen ist proportional der Menge und umgekehrt proportional dem Alter des Tieres, zu welchem Schlusse ja auch schon früher Iselin und Dieterle gekommen waren.

Walter Müller führt in einem Sammelreferat außer den hier zitierten Versuchen noch Segale an, der bei Ratten mit Röntgenstrahlen Wachstumshemmungen erzielen konnte. Er schließt aus dem Umstand, daß in der Praxis von Wachstumsstörungen sehr wenig bekannt geworden ist, die Wachstumszonen bei Kindern, die an Knochentuberkulose leiden und deshalb bestrahlt werden, seien weniger radiosensibel als gesunde Epiphysenlinien.

Nach Jüngling sind Wachstumsstörungen bei dem langsamen Tempo des menschlichen Knochenwachstums und den jetzt zur Verwendung kommenden kleinen Dosen nicht zu befürchten, Wetterer hält ihre Wirkung zum mindesten für wesentlich weniger schädlich als den Krankheitsprozeß an sich.

Nur ganz ausnahmsweise wird über Wachstumsstörungen nach therapeutischen Bestrahlungen berichtet. Iselin bemerkte bei Kindern nach Bestrahlungen eine verspätete Verknöcherung der Handwurzelknochen als Ausdruck einer Wachstumshemmung.

Jüngling (nach Rahm: Röntgentherapie des Chirurgen) berichtet über eine Verkürzung des Beines bei einem 9jährigen Mädchen, das zweimal mit 80—100 % HED am Kniegelenk homogen bestrahlt worden war. In einem Sammel-

referat bringt W a l t e r 1912 5 Fälle von Wachstumsstörungen nach Bestrahlungen, die zu therapeutischen Zwecken vorgenommen wurden. Sie sind aber durchaus nicht alle einwandfrei. Er beschreibt sie folgendermaßen:

„1. Ein einseitiger Gesichtslupus war wiederholt mit Röntgenstrahlen behandelt worden. Nach mehreren Jahren zeigte sich ein erhebliches Zurückbleiben dieser Gesichtshälfte.

2. Ein 5—8 cm oberhalb des Handgelenks gelegener Lupus war bestrahlt worden. Im Röntgenbild erscheinen Radius und Ulna an der bestrahlten Seite 2—3 mm schmaler als auf der gesunden Seite.

3. Ein Fall von kongenitalem Femursarkom war nach der Operation bestrahlt worden. Es zeigte sich eine Wachstumshemmung der betreffenden Extremität.

4. Bei der Bestrahlung eines talergroßen Nävus über der Streckseite des Handgelenks entwickelte sich infolge von Ueberdosierung eine tiefgreifende Verbrennung. 1—2 Jahre nach der Bestrahlung erkrankte der Patient an spinaler Kinderlähmung. Die Verkürzung des Vorderarmes betrug 12 cm. Diese Verkürzung ist wohl zum größten Teil der Poliomyelitis zur Last zu legen, aber für die starke Veränderung der Epiphyse und der Handwurzelknochen muß doch eine andere Ursache gesucht werden.

5. Bei einem 14jährigen Knaben war ein Nävus pigmentosus einer Gesichtshälfte mit 60 mgr Radiumbromid vor 7 Jahren — eine Zeitangabe fehlt — bestrahlt worden. Nach 4 Jahren zeigte sich eine Wachstumsstörung der bestrahlten Gesichtshälfte.

Bei den ersten Fällen, Lupus, braucht zur Deutung der Wachstumshemmung nicht unbedingt auf die Bestrahlung rekurriert zu werden. Die chronische Entzündung in dem wachsenden Gewebe kann sehr wohl so schädlich auf die Wachstumsvorgänge wirken, daß deutliche Hemmung eintritt. Aehnlich liegen die Verhältnisse beim 3. Fall. Bei einem Gewebe, das die Tendenz zur pathologischen Proliferation besitzt, eine Störung des regulären Wachstums anzunehmen, liegt nahe. Ganz einwandfrei ist wohl nur der Fall 5. Hier kommt wirklich als einzige Ursache der Hemmung die Bestrahlung in Betracht, eine Hypothese, die noch erhärtet wird durch die Angabe, daß die Wachstumsstörung sich eng an die bestrahlten Partien halte."

Ein Fall, über den S t o r d e u r berichtet, betrifft ein junges Mädchen, das im Alter von 2 Jahren wegen Tbc. der rechten Hand bestrahlt wurde. Nach 10 Jahren war der rechte Mittelfinger 1 cm kürzer als der linke, die Haut der Dorsalseite der Hand atrophisch mit Teleangiektasen versehen. Leider sind keine genauen Dosen angegeben, doch müssen

sie recht beträchtlich gewesen sein, wie man aus den Hautschädigungen entnehmen kann.

Grasmann veröffentlichte 1927 einen Fall von Wachstumsstörung nach Bestrahlung der rechten Handgelenksgegend wegen Lupus. Der Patient hatte im Jahre 1916 — 9 Jahre alt — folgende Dosen erhalten: 30. 3. 16: 4mal 10 x ½ mm Al; — 11. 4.: 2mal 10 x ½ mm Al; 26. 5.: 4mal 15 x 1 mm Al; — 5. 7.: 4mal 15 x 3 mm Al; — 1. 8.: 4 mal 14 x 1 mm Al. — 15. 9.: 2mal 16 x 4 mm Al. — 7. 12.: 1mal 10 x 1 mm Al. Die Haut über dem Handgelenk zeigte nun deutliche Atrophie mit Teleangiektasien und Pigmentflecken. Die rechte Hand war kürzer und schmäler als die linke, der rechte Unterarm gegenüber dem linken 2,5 cm kürzer. Ebenso zeigten die Finger rechts eine Verkürzung, während die Oberarme gleichlang waren. Das Röntgenbild zeigte eine Verschmälerung der Knochen der rechten Hand sowie der unteren Hälfte des Vorderarms. Er führt die Wachstumshemmung auf eine direkte Schädigung der Knorpelzellen selbst und eine indirekte durch die mangelhafte Blutversorgung infolge der Gefäßveränderung zurück. Neuerdings demonstrierte A. Beck auf der 36. Tagung der nordwestdeutschen Chirurgischen Vereinigung Fälle mit starken Wachstumshemmungen, die er auf intensive Röntgenbestrahlungen zurückführte.

Da die Rostocker chirurgische Klinik seit vielen Jahren ihre Knochen- und Gelenktuberkulosen mit Röntgenstrahlen behandelt, schien uns die Frage einer Nachprüfung wert, zumal die erwähnten in der Literatur zu Tage tretenden Beobachtungen und Ansichten uns keineswegs einheitlich schienen. Wir haben deshalb unsere bestrahlten Gelenktuberkulosen von 1914 bis 1927 einer Nachuntersuchung betr. evtl. Knochenwachstumsstörungen unterzogen. Es kamen dabei nur Jugendliche in Betracht, die zu Beginn der Strahlenbehandlung das 20. Lebensjahr noch nicht überschritten hatten. Ihre Gesamtzahl betrug 130, ausgeschlossen wurden dabei die nur ein- oder zweimal Bestrahlten. Nachuntersucht wurden 82 Fälle (76 von uns selbst und 6 von auswärtigen Aerzten). Ueber die Resultate unserer mit Röntgenbestrahlung kombinierten konservativen Behandlung gibt Tabelle I nähere Auskunft. Es muß hier betont werden, worauf Hueck in seinem Bericht über die Ergebnisse der Röntgenstrahlenbehandlung bei chirurgischen Tuberkulosen an der Rostocker Klinik eingehender hinweist, daß die Röntgenstrahlen im Kampf gegen die Tuberkulose von uns nur als ein wichtiges Unterstützungsmittel aufgefaßt werden, während das Hauptgewicht auf gute Ernährung und Allgemeinbehandlung, vor allem aber auf Ruhigstellung und Entlastung der erkrankten Knochen und Gelenke gelegt wird.

Tabelle I.

Durch konservative Behandlung mit Unterstützung von Röntgenstrahlen:

Tuberkulose des	geheilt mit				nicht geheilt			Gesamtzahl
	guter Beweglichkeit	mittlerer Bewegungseinschränkg.	hochgradiger Bewegungseinschränkg.	Ankylose	noch floride Tbc.	durch spätere Resektion geheilt	später gestorben	
Hüftgelenkes	1			5a)	4	1	1	12
Kniegelenkes	9a)	4	7	5a)	2	3	2c)	32
Fußgelenkes	4a)	7b)	1	2	1	1	1c)	17
Schultergelenk.	1			2				3
Ellenbogengel.	6	2	1	1a)	1			11
Handgelenkes	2	1		1	1	2		7
Radius	4a)							4
	27	14	9	16	9	7	4	86

a) Darunter 1 Fall, bei dem kleine operative Eingriffe vorgenommen wurden.
b) Darunter 2 Fälle, bei denen kleine operative Eingriffe vorgenommen wurden.
c) 1 Fall an unbekannter Krankheit gestorben.

Dazu kommen noch laut Fragebogen 10 mit unbekannter Funktion geheilte und 3 nicht geheilte Fälle.

Von den 86 Knochen- und Gelenktuberkulosen sind also insgesamt 66 = 76,7 % geheilt, und zwar 27 mit guter, 14 mit mittlerer Beweglichkeit (Einschränkung durchschnittlich bis zur Hälfte der normalen Beweglichkeit in jeder Richtung), 9 mit hochgradiger Bewegungseinschränkung (im großen und ganzen Bewegungen nur bis zu 10—15 ° möglich) und 16 mit vollständiger Ankylose. Das sehr günstige Resultat von 76,7 % Heilungen gegenüber 62,6 %, die H u e c k (in seiner schon zitierten Abhandlung) bei bestrahlten Gelenktuberkulosen aus den Jahren 1919—26 feststellen konnte, erklärt sich daraus, daß diesmal nur die Fälle jugendlicher Gelenktuberkulosen herangezogen wurden, deren Prognose an sich besser ist.

Auf Wachstumsstörungen wurden untersucht insgesamt 76 Fälle von Knochen- und Gelenktuberkulosen, darunter 1 eiterige Kniegelenksentzündung nicht tuberkulöser Natur. Es fand sich nur einmal eine Knochenverlängerung von 1 cm, die übrigen 75 Fälle wiesen teils Wachstumsstörungen, teils überhaupt keine Differenzen im Längen- und Dickenwachstum auf.

Eine Uebersicht bringt Tabelle II.

Tabelle II.

Erkrankte Gelenke	Wachstumshemmungen in der Dicke	Wachstumshemmungen in Dicke u. Länge	Keine * Wachstumshemmungen	Zahl
Hüftgelenk	1	9		10
Kniegelenk	6	19**	3	28
Fußgelenk	1	11	3	15
Schultergelenk		3		3
Ellenbogengelenk	2	5	4	11
Handgelenk	1	1	2	4
Distales Radiusende		1	3	4
	11	49	15	75

* Umfangdifferenzen bis zu 1 cm wurden nicht berücksichtigt.

** Bei 2 Kniegelenkresektionen und 2 noch floriden Tbc. Wachstumshemmung im Fuß.

Innerhalb der einzelnen Gelenke verteilen sich die Wachstumshemmungen folgendermaßen: Bei Hüftgelenk tuberkulose fand sich in 1 Fall nur eine geringe Atrophie der Ober- und Unterschenkelmuskulatur ohne Verkürzung.

1 weiterer Patient zeigte nur im Oberschenkel eine Differenz in der Dicke von 4,5 cm und der Länge von 3,5 cm *). 4 Kranke hatten deutliche Differenzen in der Länge des Oberschenkels, Unterschenkels und Fußes, 2 davon auch Umfangsdifferenzen, während bei 1 nur der Oberschenkel und bei 1 Ober- und Unterschenkel Dickendifferenzen aufwiesen. Die Verkürzung der Oberschenkel betrug 2—5 cm, im Mittel 3,9 cm, die des Unterschenkels 1 cm bis 3,5 cm, durchschnittlich 1,1 cm, während die Längendifferenzen der Füße sich zwischen 1 und 2 cm bewegten (im Mittel 1,25 cm).

Bei den 4 restlichen Fällen waren zwar nur Verkürzungen des Oberschenkels und Fußes zu messen, da die Differenzen der Oberschenkel aber 1,9 cm im Mittel (geringste Verkürzung 1,5 cm, größte 2,5 cm) nicht überschreiten, ist wohl anzunehmen, daß bei unserer Messung geringe Verkürzungen des Unterschenkels entgangen sind, die dann nur als Oberschenkelverkürzung imponieren. Die Füße waren im Längenwachstum um durchschnittlich 1,1 cm zurückgeblieben (0,5—2 cm).

Wir brauchen also diese 4 letzten Fälle nicht von den 4 vorhergehenden als prinzipiell verschieden zu trennen und können die Ergebnisse unserer Untersuchung über Wachstumshemmungen am Bein bei Bestrahlung von Hüftgelenktuberkulose dahin zusammenfassen, daß von 10 Fällen 1 keine

*) Für diese beiden großen Zahlen können wir keine Garantie übernehmen, da sie außerhalb vom Arzt gemessen wurden.

Verkürzung, 1 eine solche nur des Oberschenkels und 8 Verkürzungen des Ober-, Unterschenkels und Fußes zeigten.

Ueber die Ursache der Oberschenkelverkürzungen gibt uns das Röntgenbild Aufschluß in fast allen Fällen. Es handelt sich meist um mehr oder weniger hochgradige Zerstörung des Schenkelkopfes, z. T. mit geringer Pfannenwanderung, die Verkürzungen bis zu 5 cm verständlich macht, während andererseits die geringste Verkürzung von 1,5 cm einen vollkommen erhaltenen Schenkelkopf, aber Störungen der Epiphysenlinie aufweist. Nicht so einfach zu erklären ist ein Fall von 3,5 cm Verkürzung, wo uns das Röntgenbild einen gut erhaltenen Schenkelkopf zeigt. Während wir bei den vorhergehenden Fällen die Verkürzung durch partiellen Ausfall von Knochensubstanz als Folge des Krankheitsprozesses erklären können, müssen wir hier noch andere Gesichtspunkte heranziehen, über die später ausführlich zu berichten ist.

In 6 Fällen von Erkrankung des Kniegelenkes (5 tuberkulösen und einer chronischen Entzündung durch einen Fremdkörper) ließen sich nur Umfangsdifferenzen von durchschnittlich 3,1 cm am Oberschenkel und 1,2 cm am Unterschenkel messen, nur einer wies erheblich mehr auf, nämlich 12 cm am Oberschenkel bei ungestörtem Längenwachstum.

Die Verkürzungen bei 19 Untersuchten betrafen fast regelmäßig Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß zusammen und betrugen für den Oberschenkel durchschnittlich 2,1 cm (0,5 cm als kleinste, 6 cm *) als größte Wachstumshemmung), für den Unterschenkel 1,7 cm (0,5—4 cm *), für den Fuß 1,3 cm (0,5—2 cm).

Nur zweimal waren Ober- und Unterschenkel, zweimal der Fuß nicht beteiligt. Zwei früher zuerst bestrahlte, dann durch Resektion zur Ausheilung gebrachte Kniegelenktuberkulosen ließen deutliche Wachstumshemmungen des Fußes erkennen (1,5 und 2 cm), wobei die Ober- und Unterschenkelmaße natürlich nicht zu verwerten sind, desgleichen zwei noch floride Erkrankungen (1,5 und 2 cm). In allen Fällen bestanden gleichzeitig Unterschiede in den Umfängen von Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

Wir sehen auch hier fast immer die Mitbeteiligung des Fußes, also eine Wachstumsstörung der ganzen unteren Extremität, nicht nur im Bereich der erkrankten Epiphysen. Wie beim Hüftgelenk durch Schwund des Schenkelkopfes ein Teil der Verkürzung am Femur zu erklären ist, so zeigt uns bei der Mehrzahl der Ober- und Unterschenkelverkürzungen das

*) Oberschenkelumfang wurde im allgemeinen 20 cm, bei Kindern und kleinen Individuen 15 cm oberhalb des oberen Randes der Patella gemessen.

Röntgenbild, daß eine Obliteration des Kniegelenkspaltes mit teilweiser Zerstörung der angrenzenden Knochenteile eine Verkürzung von ca. 1—1,5 cm sicher bedingt. Daß aber eine Wachstumshemmung des Beines von 7,5 cm sich nicht rein anatomisch durch Zerstörung von Knochensubstanz erklären läßt, liegt auf der Hand, und auch hier spielen andere Faktoren mit, über die später zu berichten ist.

Beim Fußgelenk fand sich einmal geringe Atrophie der Ober- und Unterschenkelmuskulatur bei gleicher Länge von Bein und Fuß, 3mal überhaupt keine Wachstumshemmung. Die übrigen 11 Untersuchten wiesen alle Längenwachstumsstörungen des Fußes auf (durchschnittlich 2,2 cm, 1 cm geringste, 4 cm größte Verkürzung), 7 mal mit Beteiligung des Unterschenkels (2,4 cm [1—4,5]), und nur einmal war auch der Oberschenkel in Mitleidenschaft gezogen, der eine Verkürzung von 2 cm zeigte. In allen Fällen wiesen die Umfänge von Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß z. T. beträchtliche Differenzen auf.

Wenn wir nun bei den z. T. recht erheblichen Längendifferenzen der Füße das Röntgenbild heranziehen, so sehen wir in 1 Falle von 1,5 cm Unterschenkel- und 4 cm Fußverkürzung, daß der Talus vollständig fehlt, ebenso die untere Tibiaepiphyse bis zur Epiphysenlinie. Der Calcaneus ist rechts 5,1 cm (gesunder Fuß), links 4,4 cm lang, das Cuboid rechts 2,8, links 2,4 cm. Der totale Ausfall des Talus bedingt durch seine Einordnung in das Fußskelett keine wesentliche Fußverkürzung. So müssen auch hier, wie beim Hüft- und Kniegelenk andere Faktoren an der Wachstumshemmung beteiligt sein. Die relativ geringe Unterschenkelverkürzung trotz Ausfall der Epiphyse erklärt sich daraus, daß wir die Unterschenkellänge bis zum Malleolus internus messen, der hier noch erhalten war. Sie demonstriert auch deutlich die Tatsache, daß das Unterschenkellängenwachstum im wesentlichen von der oberen Tibiaepiphyse bestritten wird. Die Epiphysenlinien der Fußknochen sind offenbar irgendwelchen störenden Reizen auf das Längenwachstum in besonders hohem Maße zugänglich. Wir sehen nicht nur recht beträchtliche Fußverkürzungen bei Fußgelenktuberkulosen, sondern auch in fast allen Fällen von Hüft- oder Kniegelenkerkrankungen war das Längenwachstum des Fußes beeinträchtigt worden.

Bei 3 Schultergelenktuberkulosen hatte jedesmal der Humerus eine Verkürzung erlitten. In einem Falle betrug sie 11 cm, und ist z. T. auf Kopfschwund zurückzuführen. Der Unterarm war nicht kürzer geworden. Beim zweiten war nur der Oberarm 1 cm im Wachstum zurückgeblieben, der dritte schließlich zeigte Verkürzung von Ober-

und Unterarm (4,5 bzw. 1 cm). Die Hände waren bei allen dreien gleich lang, im Gegensatz zur unteren Extremität, wo sich fast stets die Störungen im Längenwachstum auch auf den Fuß erstreckten. Umfangsdifferenzen wiesen jedes Mal auch nur Ober- und Unterarm auf.

In 2 Fällen von Ellenbogengelenktuberkulose ergab die Messung einmal Umfangsdifferenzen von Oberarm (3 cm), Unterarm (1,5) und Hand (0,5), ein andermal nur von Unterarm (1,5 cm) bei ungestörtem Längenwachstum.

Fünfmal maßen wir Längendifferenzen, zweimal von Oberarm (1,5, 2 cm), Unterarm (1,5 cm) und Hand (1 cm) zusammen, einmal war nur der Oberarm um 2 cm verkürzt. Das Röntgenbild zeigte in diesem Falle weitgehende Zerstörung des Gelenkspaltes mit Destruktion der Knochensubstanz, die mindestens sicher 1 cm der Verkürzung bedingen. Bei den zwei übrigen Patienten erstreckte sich die Wachstumshemmung nur auf den Unterarm (1 cm). In allen Fällen waren Unterschiede in den Umfängen von Oberarm und Unterarm festzustellen.

Beim Handgelenk maßen wir einmal eine Umfangsdifferenz nur des Unterarms (1,5 cm), ein zweiter noch nicht ausgeheilter Fall, der noch bestrahlt wird, hatte gleichlange Ober- und Unterarme, die kranke Hand war um 0,5 cm verkürzt. Gleichzeitig bestanden Dickenunterschiede des Oberarms, Unterarms und der Hand.

Eine Tuberkulose der unteren Radiusepiphyse wies eine Verkürzung des Unterarms und der Hand um je 1 cm auf bei gleichem Umfang.

Vor der eingehenden Besprechung seien einige Worte über die Technik der Bestrahlung gesagt. Aus den beiden ersten Kriegsjahren ist es nicht möglich, eine Dosierung nach den heutigen Gesichtspunkten anzugeben, da die Dosierungsverfahren so ungenau waren, daß man selbst bei nachträglicher Ausrechnung keine Werte bekommt, die uns auch nur annäherungsweise ein Bild über die Strahlenmenge geben. Der Umstand, daß mehrfach wegen Hautschädigung die Bestrahlung unterbrochen werden mußte, und daß auch bei der Nachuntersuchung Hautatrophien und Teleangiektasien gefunden wurden, deutet darauf hin, daß die Dosen recht erheblich waren, jedenfalls um ein Mehrfaches größer als die heute in Anwendung gebrachten. Daß jedoch trotz der Ungenauigkeit der Dosierung eine gewisse Vorsicht bei der Applikation der Strahlen gewaltet hat, geht daraus hervor, daß wir nur 2 richtige Verbrennungen im Anschluß an die Bestrahlung zu verzeichnen haben, von denen übrigens eine aus der Nachkriegszeit stammt, in der schon eine exaktere Ausrechnung

der HED möglich war. Da bei diesem Fall zwischendurch eine Kniegelenkresektion ausgeführt wurde, kam er für die Messung unserer Wachstumsstörungen nicht in Frage und wurde nicht zur Nachuntersuchung bestellt. Der andere Fall ist auf Seite 23 genauer beschrieben.

Von 1916—1918 wurden überhaupt keine Knochen- und Gelenktuberkulosen der Bestrahlung unterzogen. In den Jahren 1919—1922 gaben wir im Durchschnitt $^1/_3$—$^1/_2$ d. HED als Hautdosis, im Anfang sogar auch 1 HED pro Bestrahlung. Gefiltert wurde in der Regel mit 0,5 mm Zn + 1 mm Al, in manchen Fällen auch nur mit 3 mm Al. Im Laufe der Jahre sind wir zu immer kleineren Dosen übergegangen und wenden fast ausschließlich nur noch die Schwermetallfilterung an, so daß heute etwa folgende Regeln gelten: die Bestrahlungen werden ausgeführt mit dem Symmetrieapparat (Reiniger, Gebbert und Schall) bei einer Spannung von 182 KV bei 4 Mill. Amp. Belastung, entsprechend einer Kugelfunkenstrecke von 7,8 cm, bei einem Kugeldurchmesser von 12,5 cm. Der Fokushautabstand beträgt 30 cm bei offenem Feld. Die HED beträgt unter unseren Betriebsbedingungen 500 R. (Röntgeneinheiten). Wir applizieren im Mittel 15—20 % auf die Haut. Bei Gelenken wird doppelseitig bestrahlt, meist ohne Umbau, so daß eine Herddosis von 15—25 % hier erreicht wird. Nur das Hüftgelenk wird bei seiner tieferen Lage und der dadurch bedingten größeren Leichtigkeit einer homogenen Durchstrahlung von einer Seite bestrahlt und dementsprechend mit höherer Dosis bis zu $^1/_3$ HED, wobei die obige Herddosis nicht überschritten wird. Zu einer Bestrahlungsserie gehören bei uns 8 bis 10 Bestrahlungen mit Zwischenraum von mindestens 1 Monat, dann tritt eine Pause von ½—1 Jahr ein. Bei dieser Technik sehen wir nie irgend eine Hautschädigung.

Um einen Ueberblick zu erhalten, in welchem Lebensalter die Bestrahlungen vorgenommen worden sind, sei in der folgenden Tabelle kurz das Alter wiedergegeben, in welchem jeweils die erste Bestrahlung begonnen wurde.

Tabelle III.

Lebensalter in Jahren.

Tuberkulose des	Anzahl	1—3	4—6	7—10	11—15	16—20
Hüftgelenks	11		1	3	5	2
Kniegelenks	30		3	9	9	9
Fußgelenks	16	4	6	2	3	1
Schultergelenks	3			2	1	
Ellenbogengelenks	11	1	1	3	5	1
Handgelenks	7			1	2	4
distalen Radiusendes	4	2			1	1
	82	7	11	20	26	18

Es geht aus den Zahlen hervor, daß in den ersten 3 Lebensjahren relativ wenig Bestrahlungen ausgeführt worden sind, vom 4. Jahre an steigend in zunehmendem Umfange bis zum 15. Lebensjahre. Danach wird die Anzahl der Bestrahlungen wieder etwas geringer.

Es erhebt sich nun die Frage: Sind die Verkürzungen, die wir bei der Mehrzahl ausgeheilter oder noch florider Gelenktuberkulosen finden, durch die Wirkung der Röntgenstrahlen oder anderweitig bedingt, und welche ätiologischen Faktoren könnten da überhaupt noch in Betracht kommen? Daß die Röntgenstrahlen allein diese Wachstumsstörungen machen sollten, ist von vornherein sehr unwahrscheinlich, denn bis jetzt sind nur einige wenige derartige Fälle in der Literatur bekannt, und auch bei diesen ist nicht bewiesen, daß die Röntgenstrahlen allein das schädigende Agens waren. Wenn auch die Tierexperimente früherer Forscher beweisen, daß Röntgenstrahlen in großen Dosen störend auf die Epiphysenlinien der Knochen einwirken können, so haben doch viele Untersuchungen bei bestrahlten Gelenktuberkulosen eine derartige Wirkung nicht bestätigt. Derartige Tierversuche sind, wie überall betont wird, nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragbar, denn erstens ist das Wachstumstempo bei Mensch und Tier ein verschiedenes. Auch Jüngling ist der Ansicht, daß das Tempo des menschlichen Knochenwachstums viel zu langsam ist, als daß bei den heute verwandten kleinen Röntgenstrahlendosen eine Beeinträchtigung in Frage käme. Zweitens sind niederorganisierte Tiere offenbar überhaupt radiosensibler als der Mensch, und drittens sind die Bestrahlungstermine bei diesen Tierversuchen meist in den ersten Lebenstagen gewählt, zu einer Zeit, in der beim Menschen niemand an eine Bestrahlung denken würde. Dann

mag noch der Umstand eine Rolle spielen, daß Epiphysenknorpel, die mehr oder weniger lange Zeit in unmittelbarer Nähe des tuberkulösen Prozesses sich befinden, auf Röntgenbestrahlung anders reagieren, als die vollkommen intakten Epiphysenlinien des Versuchstieres. So spricht Walter Müller von erheblich geminderter Radiosensibilität der Wachstumszonen solcher tuberkulös erkrankter Knochen, wenngleich solche Verschiedenheit der Ansprechbarkeit schwer zu beweisen ist. Eine Röntgenstrahlenschädigung könnte auch nur die Wachstumsstörungen der unmittelbar bestrahlten Epiphysenknorpel erklären, ohne die Verkürzung der ganzen Extremität, die wir doch in den meisten Fällen fanden, verständlich zu machen. Immerhin berichten Grasmann, Walter u. a. über sichere Fälle von Wachstumsstörungen, bei denen jedesmal die nur direkt von den Strahlen betroffenen Knochenteile Verkürzungen und Verschmälerungen aufwiesen, so daß hier ein gewisser Rückschluß auf eine Strahlenschädigung statthaft erscheint, zumal wenn es sich wie bei Walter um einen Krankheitsprozeß handelt (Nävus pigm.), der an sich kaum Wachstumshemmungen bedingen kann. (Es lag hier allerdings eine Radiumbestrahlung vor.) Weiterhin wäre analog den Tierversuchen v. Hoffmanns zu erwarten, daß die Wachstumshemmungen, wenn sie durch Röntgenstrahlen verursacht wären, ungefähr der Strahlenmenge parallel gehen. Dies trifft aber bei unseren nachuntersuchten Gelenktuberkulosen keineswegs zu, denn oft hatten wir trotz erheblicher Strahlendosis keinerlei Wachstumshemmungen, während bei viel geringeren Dosen solche zu verzeichnen waren. Hier spielt offenbar die Schwere der Erkrankung und die Dauer der Immobilisation eine große Rolle. Als Beispiel seien zwei Fälle, die besonders charakteristisch sind, aufgeführt. Beide standen zur Zeit der Bestrahlung wie der Nachuntersuchung auf ähnlicher Altersstufe. Allerdings waren bei dem 2. Kinde die Pausen zwischen den Bestrahlungen etwas größer. Der eine, 1925 14 Jahre alt, wurde wegen einer Kniegelenkstuberkulose im Jahre 1926 und 1927 1 Jahr und 4 Monate lang 11mal bestrahlt und zwar 2mal mit je 2×10 % HED, 9mal mit je 2×20% HED (Filterung 0,5 Zn + 1 Al). Die Untersuchung ergab keinerlei Verkürzung, nur geringe Atrophie der Ober- und Unterschenkelmuskulatur bei frei beweglichem Kniegelenk. In dem anderen Falle handelte es sich um ein Mädchen, das wegen Kniegelenktuberkulose im Jahre 1923, 12 Jahre alt, zuerst bestrahlt wurde und bis zum Jahre 1924 in 10 Sitzungen während einer Behandlungsdauer von 11 Monaten 5 mal je 2×15 %, 3mal je 2×20 %, 1mal je 2×33 % und 25 % HED erhielt. Hier betrug die Verkürzung des erkrankten Beines 7 cm, bei vollständig versteiftem Kniegelenk.

Das Röntgenbild zeigte eine Verschmälerung des lateralen Gelenkspaltes, die Gelenklinie etwas wellig, aber scharf konturiert. Ein Ausfall von Knochensubstanz kann zur Erklärung dieser erheblichen Verkürzung nicht herangezogen werden. Hier spielt die Schwere des Krankheitsprozesses und vor allen Dingen seine Dauer eine wesentliche Rolle. Denn in dem ersten Falle kam der Patient kurz nach Beginn der Erkrankung in klinische Behandlung und trug ungefähr 1 Jahr lang einen Gipsverband, während im zweiten Falle die Krankenhausbehandlung ungefähr ¾ Jahre nach Beginn der Erkrankung einsetzte, und das Bein ungefähr 2¼ Jahre lang durch Gipsverband ruhiggestellt wurde.

Auch untersuchten wir mehrere Gelenktuberkulosen, bei denen keine oder nur eine einzige Röntgenbestrahlung vorgenommen worden war, und die trotzdem Verkürzungen aufwiesen. So sahen wir ein 20jähriges Mädchen, das als Kind von 9 Jahren an einer tuberkulösen Coxitis erkrankte, 4 bis 5 Jahre lang konservativ behandelt wurde und zeitweise im Gipsverband gelegen hatte. Sie ist nicht bestrahlt worden. Die Nachuntersuchung ergab ein weitgehend versteiftes Hüftgelenk und eine Verkürzung des Oberschenkels um 1 cm, des Unterschenkels um 2 cm und des Fußes um 1,5 cm bei gleichzeitigen Umfangsdifferenzen. Das Röntgenbild zeigte eine Ankylose ohne Substanzverlust des Knochens. Hier kann natürlich nur der krankhafte Prozeß für die Wachstumsstörung verantwortlich gemacht werden, resp. die sekundären Folgen, besonders die langdauernde Schonung und Inaktivierung des Beines.

F. Krause beschreibt schon im Jahre 1899, also ehe man Gelenktuberkulosen mit Röntgenstrahlen behandelte, genau dieselben Verkürzungen, wie wir sie beobachtet haben. Schuchardt berichtet z. B., daß Dollinger Verkürzungen bei Tuberkulose der unteren Extremitäten von 8 bis 10 cm, einmal sogar von 19,5 cm sah, Werte, die noch weit über die von uns gesehenen hinausgehen. Allerdings beobachtete A. Beck Verkürzungen ähnlichen Ausmaßes. F. Krause führt als ein besonderes Charakteristikum der Coxitis tuberculosa an, daß nicht nur Ober- und Unterschenkel, sondern auch die Füße sich an der allgemeinen Wachstumsstörung beteiligen. Er führt dies zurück auf die Inaktivitätsatrophie, wobei durch lange Ruhigstellung des erkrankten Gliedes nicht nur die Muskeln, sondern auch die Knochen atrophisch werden und im Wachstum zurückbleiben. Muskeln sowie Knochen bedürfen zu ihrer vollkommenen Ernährung des funktionellen Reizes. Sobald dieser aufhört, magern sie rasch ab. Infolge der jahrelangen Ruhe oder Bettlage werden die Muskeln

schlaff und verlieren ihren Tonus. Die Knochen werden an Fettmark reicher, infolge der Vergrößerung der Markräume in den Epiphysen bleiben zuletzt nur noch ganz dünne Knochenscheidewände stehen, sodaß man z. B. bei Caries des Fußgelenkes Tarsus und Metatarsus, die im übrigen nicht in den Krankheitsprozeß mithineinbezogen sind, in dünne Scheiben zerschneiden kann. An den Diaphysen verdünnt sich die Compakta unter Zunahme des Markzylinders mehr und mehr, so daß sogar Spontanfrakturen eintreten können. Sobald das Glied wieder normal gebraucht wird, schwinden diese Zeichen der Atrophie bald, der Knochen wird wieder fest und stützfähig. Die Auffassung, daß die Atrophie ausschließlich durch Nichtgebrauch hervorgerufen sei, wird allerdings nicht von allen anerkannt. Miller führt, wie Krause schreibt, die Atrophie auf nutritive Störungen zurück, indem bei der Tuberkulose durch Kontraktion der Arterien die Blutzufuhr vermindert sei und so Muskulatur und Knochen nicht genügend ernährt würden, denn die Muskelatrophie sei größer, als daß sie allein durch Inaktivität bedingt sein könne. Freilich bleibt die Frage offen, welche Ursache für diese Kontraktion der Gefäße in Betracht kommt, und Krause hält es für wahrscheinlich, daß die Inaktivitätsatrophie in gleicher Weise wie die übrigen Gewebe auch die Gefäße befalle und so auch deren normales Wachstum hemme. In gleicher Weise beschuldigt Schubert eine Zirkulationsstörung als Ursache der Wachstumshemmung gerade der peripherstenGliedabschnitte, mag sie nun durch eine zentripetal-reflektorische Beeinflussung des Gefäßnervenzentrums oder auf dem Blutweg durch Toxinwirkung zustande kommen. An letztere Wirkung wäre ja bei einem lange dauernden tuberkulösen Prozeß besonders zu denken. Nach Otto Beck spielt diese Alteration der Blutzufuhr bei der Inaktivitätsatrophie keine Rolle. Das normale Knochenwachstum steht weitgehend unter dem Einfluß der statischen und dynamischen Beanspruchung, vor allem aber der Einwirkung der Muskeln, die durch Druck und Zug regulierend eingreifen auf die Resorptions- und Appositionsvorgänge in der Knochensubstanz. Deshalb ist der normale Ablauf dieser Vorgänge gestört, sobald die Wirkung der Muskeln durch Ruhigstellung oder gar Lähmung ausgeschaltet ist. Fehlt die statische und dynamische Beanspruchung durch die Körperlast und Muskulatur ganz, wie bei allen Lähmungen, dann überwiegt im Knochen die Resorption über die Apposition, es kommt zur Knochenatrophie, die sich bei jugendlichen Individuen natürlich auch in einem mangelnden Längenwachstum äußert. Es muß bei einem großen Teil der Lähmungen, z. B. bei der spinalen Kinderlähmung, allerdings bedacht werden, daß Störungen des trophischen Zentrums vor-

liegen, auf dessen Konto ein Teil der Verkürzungen zu setzen ist. Es ist jedoch bei der Tuberkulose ein über Jahre hinaus ruhiggestelltes Bein, an dem die geringste Bewegung Schmerzen auslöst und daher praktisch so gut wie ausfällt, ebenfalls trophischen Störungen ausgesetzt, wenn sie auch nicht zentral bedingt sind.

Neben diesem Einfluß längerer Inaktivität auf das Knochenwachstum muß auch der tuberkulöse Prozeß in der Epiphyse der Knochen eine Rolle spielen. Jeder entzündliche Reiz in der Nähe der Epiphysenlinie wird durch vermehrte Blutzufuhr zunächst eine stimulierende Wirkung auf die Wachstumszone entfalten. So sind gerade bei der Osteomyelitis Fälle bekannt, wo durch einen in der Nähe der Epiphysenlinie liegenden, jahrelang eiternden Sequester bedeutende Verlängerungen des betreffenden Knochens bedingt waren (F. Krause). Auch die Gelenktuberkulose soll zu Beginn eine derartige Wirkung entfalten (Pels Leusden, Schubert), und in einigen Fällen bestand dieser Reiz jahrelang fort, so daß erhebliche Verlängerung des Knochens resultierte. F. Krause berichtet über einen besonders eindringlichen Fall, wo nach einer tuberkulösen Gonitis in der Kindheit später eine Kniegelenkresektion vorgenommen wurde mit einem 4 Finger breiten Substanzverlust. Trotzdem war später dies Bein beträchlich länger, so daß unter dem gesunden Bein ein erhöhter Absatz getragen werden mußte. Es liegen noch weitere derartige Beobachtungen vor (Schubert, Reschke u. a. m). Auch wir hatten in einem einzigen Fall unserer Kniegelenktuberkulosen eine Beinverlängerung von 1 cm, die allerdings so gering ist, daß sie noch in der physiologischen Breite liegt und kaum als sicherer krankhafter Wachstumsreiz anzusprechen sein dürfte.

Weit häufiger sind nun bei lange dauernden tuberkulösen Prozessen Verkürzungen der befallenen Knochen. Der Gegensatz zu den häufigen Verlängerungen bei der Osteomyelitis wird von Schuchardt so erklärt, daß der wichtigste Teil der Knorpelwachstumszone epiphysenwärts sitzt und so von tuberkulösen Prozessen, die sich hauptsächlich in der Epiphyse abspielen, besonders irritiert wird, während die meist in der Diaphyse sitzenden Osteomyelitiden einen so erheblichen Einfluß nicht ausüben können. Und wenn zu Beginn einer Knochen- oder Gelenktuberkulose der krankhafte Prozeß einen wachstumsfördernden Reiz auslöst, so könnte man mit Reschke eine Erklärung darin sehen, daß die Toxine in kleinen Dosen eine stimulierende Wirkung entfalten, während sie in großen Mengen die Funktion der Zellen lahmlegen. Natürlich kommen bei den länger dauernden tuberkulösen

Erkrankungen Einflüsse von seiten der Inaktivität zu dieser Wirkung des krankhaften Prozesses an sich hinzu, wie früher näher ausgeführt wurde, und so wäre es denkbar, daß ein an sich fördernder Reiz der Tuberkulose, wie er ja öfter beschrieben ist, durch den Einfluß der Inaktivitätsatrophie weitgemacht oder noch übertroffen würde, woraus eine Verkürzung resultierte. Die Entscheidung aber, was auf das Konto des einen oder des anderen dieser beiden Prozesse zu setzen ist, ist unmöglich. Auffallenderweise spricht Reschke von den häufig vorkommenden Verlängerungen bei der Tuberkulose, die allerdings durch das spätere Wachstum ausgeglichen werden sollen, und auch Schubert stellt ein relativ seltenes Vorkommen von Verkürzungen fest. Allerdings bestätigt auch er die häufige Mitbeteiligung der ganzen Extremität und gibt hierfür die schon früher angeführte Erklärung.

Wir können auf Grund unserer Untersuchungen die schon früher von Krause beobachtete Tatsache bestätigen, daß Knochen- und Gelenktuberkulosen unter Hinterlassung von deutlichen Wachstumsstörungen in einem großen Teil der Fälle abheilen. Auch Reichel äußert sich dahin, daß nach der überwiegenden Mehrzahl der Autoren nach Gelenktuberkulosen Verkürzungen entstehen, sei es durch Zerstörung der Epiphysenlinien durch den Krankheitsprozeß selbst, durch Operationen oder durch Inaktivität.

Selbstverständlich wird eine erhebliche Wachstumsstörung resultieren, wenn der tuberkulöse Prozeß sich bis in die Epiphysenlinie hinein erstreckt, und der Epiphysenknorpel ganz oder teilweise durch tuberkulöse Eiterung zerstört wird. Die Folge ist eine frühzeitige Synostose und ein immer mehr in Erscheinung tretendes Zurückbleiben im Wachstum des betr. Knochens. Eine solche Verkürzung wird nur, wenn keine Komplikation mit Inaktivitätsatrophie hinzukommt, sich an dem betroffenen Knochen bemerkbar machen (Krause). Es spielt dabei auch eine große Rolle, welche Epiphysenlinie befallen wird, denn wir wissen, daß das Längenwachstum z. B. des Beines im wesentlichen von der unteren Femur- und der oberen Tibiaepiphysenlinie, das des Armes hauptsächlich von der oberen Humerusepiphysenlinie bestritten wird (Schubert). Eine Störung dieser Zonen wird eine wesentlich beträchtlichere Verkürzung nach sich ziehen, als eine solche anderer Intermediärknorpel. So haben wir in einem Fall von Caries des Schultergelenkes eine Verkürzung von 11 cm gemessen, die zum Teil durch Kopfschwund erklärt wird, zum großen Teil aber auch sicher auf eine Alteration dieser wichtigen Wachstumszone zu beziehen ist. Ein zweiter Fall zeigte bei erhaltenem Oberarmkopf eine Verkürzung von 4,5 cm, die

sich zwanglos ebenso erklären läßt. Mit diesen auffallenden Verkürzungen des Oberarmes kontrastiert das fast ungestörte Längenwachstum von Hand und Unterarm, der nur im letzten Falle um 1 cm verkürzt war. Es läßt sich dies so erklären, daß Unterarm und Hand bei einer Schultergelenktuberkulose lange nicht in dem Maße ruhiggestellt werden, wie es bei einer Coxitis mit Unterschenkel und Fuß geschieht, und daß sie demgemäß einer Inaktivitätsatrophie viel weniger ausgesetzt sind als die peripheren Teile der unteren Extremität.

Wenn wir so den Einflüssen des tuberkulösen Prozesses selbst und der Inaktivitätsatrophie überwiegend die Schuld an den beobachteten Wachstumsstörungen zuschieben, müßte sich eine Parallele ziehen lassen zwischen Verkürzung und der Schwere der Erkrankung. Dies trifft in unseren Fällen auch zu, wenn man die Beweglichkeit der ausgeheilten Gelenke und ihre Beeinträchtigung als Maßstab für die Intensität des krankhaften Prozesses heranzieht. Eine Abhängigkeit der Wachstumsstörungen von dem Alter der Patienten, die man eigentlich annehmen sollte, ließ sich jedoch nicht ermitteln. Offenbar ist hauptsächlich die Dauer der Erkrankung und Inaktivierung maßgebend.

Bei allen untersuchten Gelenktuberkulosen ist die überwiegende Mehrzahl der Fälle, die mit normaler Funktion ausgeheilt sind, von Wachstumshemmungen verschont, und andererseits finden wir die stärksten Verkürzungen bei den in Ankylose oder mit beträchtlicher Bewegungseinschränkung verheilten Gelenken. Daß wir einen Teil der starken Verkürzungen durch Zerstörung von Knochensubstanz bei den unmittelbar vom Krankheitsprozeß betroffenen Skeletteilen erklären können, wurde früher schon auseinandergesetzt bei Besprechung der einzelnen Gelenke. Doch beobachteten wir auch bei solchen Fällen fast regelmäßig eine Beteiligung der ganzen unteren Extremität in ihren einzelnen Gliedabschnitten, die wir nach dem Vorhergegangenen als Inaktivitätsatrophie ansehen müssen.

Allerdings wiesen auch zwei Kniegelenkerkrankungen, die ihre normale Beweglichkeit wiedererlangt hatten, Längendifferenzen von Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß auf. Doch waren beide in früher Kindheit behandelt, so daß die Wiederherstellung der vollen Gelenkfunktion noch nicht gegen eine schwere Erkrankung spricht, außerdem hatte bei beiden eine längere Ruhigstellung im Gipsverband stattgefunden. In einem Falle handelt es sich um einen jungen Mann, der im Jahre 1915, 5 Jahre alt, in unsere Behandlung kam, und lange einen Gipsverband trug. Er wurde vom Januar bis zum November 1915 7mal bestrahlt und zeigte

nun bei der Nachuntersuchung ein normal bewegliches Kniegelenk, aber eine Verkürzung des Oberschenkels (2 cm), Unterschenkels (1 cm) und Fußes (1,5 cm), dabei deutliche Umfangsdifferenzen. Das Röntgenbild ergibt ein fast normales Kniegelenk. Die Ausladungsbreite der Tibiakondylen ist links (dem erkrankten Bein) 4 mm schmäler als rechts. Am Femur besteht eine kleinere, aber deutlich meßbare Differenz. Auffallend ist der Längenunterschied der Patella, die links 5 mm kürzer ist als rechts. Beiderseits ist sowohl am Femur als auch an der Tibia die Epiphysenlinie noch sichtbar. Außer der in normaler Lage verlaufenden Epiphysenlinie ist weiter schaftwärts noch eine zweite Linie an beiden Knochen sichtbar, die deutlich den Wachstumsschub erkennen läßt. Im Vergleich beider Seiten sieht man an dem Abstand dieser beiden Epiphysenlinien besonders deutlich die Verkürzung in diesem Knochenteil, und zwar beträgt am Oberschenkel der Abstand vom Gelenkspalt zur eigentlichen Epiphysenlinie im Bereich des inneren Kondylus rechts 3,3 cm, links 3,1 cm. Von dieser Epiphysenlinie zu der schaftwärts verzogenen zweiten Linie ist der Abstand rechts 3,7 cm, links 2,2 cm. Am Unterschenkel ist der entsprechende Abstand vom Gelenkspalt zur normalen Epiphysenlinie beiderseits 1,4 cm, von dieser zum Reste der schaftwärts verzogenen Epiphysenlinie rechts 2,2 cm, links 1,7 cm. Man kann also hier die verminderte Leistung der Epiphysenlinie im Vergleich mit der gesunden Seite direkt im Röntgenbild studieren.

Der zweite Fall betrifft einen Jungen, der 1921, 8 Jahre alt, in unsere Behandlung kam und nun an Ober-, Unterschenkel und Fuß Verkürzungen aufwies (1, 0,5, 0,5 cm).

Daß beidemal trotz des sicher nicht sehr leichten Krankheitsprozesses das Kniegelenk seine volle Beweglichkeit wiedererlangte, ist wohl damit zu erklären, daß erfahrungsgemäß gerade die Gelenke sehr jugendlicher Patienten, und um solche handelt es sich hier, eine erstaunliche Fähigkeit besitzen, trotz hochgradiger krankhafter Veränderungen zur normalen Funktion zurückzukehren, sobald der Prozeß ausgeheilt ist. Beim Vergleich dieser beiden Fälle könnte man versucht sein, eine Mitwirkung der Röntgenstrahlen bei den Verkürzungen im ersten Falle zu vermuten, denn der Junge wurde mit anscheinend recht erheblichen Dosen bestrahlt, die eine Hautschädigung in einer jetzt noch bemerkbaren deutlichen Atrophie verursachten. Doch ist die Fußverkürzung von 1,5 cm nicht durch Strahleneinwirkung zu erklären.

Andererseits maßen wir in 4 sehr schweren Fällen von Kniegelenktuberkulose keine Verkürzung von Ober- und Unterschenkel, zweimal wies der Fuß keine Differenz auf, in

zwei anderen Fällen betrug sie 0,5 und 1,5 cm, dabei war das Kniegelenk einmal vollständig ankylosiert, bei den übrigen weitgehend in seiner Beweglichkeit eingeschränkt.

Auch zur Erklärung der Verkürzungen im Fuß und Unterschenkel beim Sitz der Erkrankung im Fußgelenk müssen wir die im vorhergehenden angeführten ursächlichen Momente heranziehen. Weitgehende Bewegungseinschränkung oder Ankylose gehen auch hier in der Regel mit stärkeren Wachstumsstörungen einher. Nur in einem Falle (Nr. 41) könnte man geneigt sein, einen Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Verkürzung anzunehmen. Es handelte sich um ein 6jähriges Mädchen, das 1915 innerhalb von 7 Monaten 10mal bestrahlt wurde. Bei den 7 ersten Bestrahlungen betrugen die Pausen zwischen den einzelnen Terminen nur 3 Wochen, erst die 3 letzten Bestrahlungen wurden in Zwischenräumen von 4 Wochen verabfolgt. Nach der letzten Sitzung wurde die Röntgenbehandlung wegen starker Hautschädigungen (Ulcus) abgebrochen. Die Nachuntersuchung ergab folgendes: Die Haut über dem Gelenk ist stark atrophisch und mit der Unterlage verwachsen. Das Sprunggelenk ist vollständig ankylosiert. Unterschenkel und Fuß weisen Längendifferenzen von 4,5 und 4 cm auf. Es bestehen Umfangsdifferenzen am Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß. Das Röntgenbild ergibt: Talus und Naviculare sind z. T. zerstört, die Knochen sehr atrophisch, aber von scharfer Konturierung, so daß der Prozeß als geheilt zu betrachten ist. Sämtliche Knochen des Fußes sowie der untere Tibiateil sind im Wachstum zurückgeblieben gegenüber der gesunden linken Seite.

	(krank) re.	(gesund) li.
Breite des unteren Tibiaendes	4,0	5,3 cm
Breite des unteren Fibulaendes	2,1	2,3 cm
Länge des Calcaneus	5,7	6,7 cm
Länge des Cuneiforme I	1,9	2,2 cm
Länge d. Metatarsale I	4,5 !	5,7 cm !
Länge d. Metatarsale II	6,5	7,0 cm
Länge d. Metatarsale III	6,0	5,7 cm*)
Länge d. Metatarsale IV	5,8	6,1 cm
Länge d. Metatarsale V	5,0	5,5 cm

Auch die Phalangen zeigen deutlich Verkürzung und Verschmälerung. Die Veränderungen am Kniegelenk sind weniger deutlich, aber doch noch meßbar. Der Abstand der Tibiakondylen beträgt rechts 7,3, links 7,6 cm, derjenige der Femurkondylen rechts 8,0 und links 8,3 cm.

*) scheint ungewöhnlich verkürzt.

Daß hier sehr hohe Dosen in zu kurzen Abständen gegeben wurden, geht aus der Röntgenstrahlenverbrennung und der jetzt noch deutlich feststellbaren Hautatrophie hervor. So kann man den Gedanken nicht ablehnen, einen Teil der Wachstumshemmung auf das Konto der Röntgenstrahleneinwirkung zu setzen, was auch die relativ sehr große Verkürzung des Metatarsale I gegenüber den anderen Mittelfußknochen erklären würde. Wir wissen, daß dessen Längenwachstum bestritten wird durch die proximal gelegene Epiphysenlinie, während die Wachstumszonen der übrigen Metatarsalia distal gelegen sind. Bei den Bestrahlungen des Fußgelenkes konnte sehr wohl die Epiphysenlinie des Metatarsale I mitbetroffen worden sein, während die Köpfchen der Metatarsalen abgedeckt waren. Für diese Auffassung spricht, daß die Hautatrophie ungefähr bis zur Mitte des Mittelfußes reichte. Andererseits ist die Wachstumslinie des Metatarsale I aber auch in unmittelbarer Nähe des Krankheitsherdes störenden Einflüssen, die von diesem ausgehen, eher ausgesetzt als die an den Köpfchen der übrigen Metatarsalia. Die Entscheidung, in welchem Ausmaße die Röntgenstrahlen an dieser Verkürzung beteiligt sind, ist unmöglich, wenn man andererseits die lange Krankheitsdauer (das Kind war über 2 Jahre in unserer Behandlung) und die durch die Gipsbehandlung bedingte Inaktivitätsatrophie in Betracht zieht. Letztere spielt sicher eine erhebliche Rolle mit, da wir ja auch am proximalen Ende der Tibia und sogar am Femur eine deutlich meßbare Atrophie feststellen konnten.

Aehnlich mögen die Verhältnisse bei Fall Nr. 12 liegen. Auch hier sind wir vielleicht berechtigt, aus der Hautatrophie und der im Verhältnis zu anderen recht erheblichen Verkürzung bei völlig normaler Funktion des Kniegelenkes auf eine Wachstumsschädigung z. T. durch Röntgenstrahlen zu schließen.

Andererseits sahen wir aber auch bei Fall Nr. 46 den Fuß um 4 cm, den Unterschenkel um 1,5 cm und den Oberschenkel um 2 cm verkürzt, ohne daß wir hier eine Röntgenstrahlenschädigung annehmen möchten. Denn der 4jährige Junge wurde im Jahre 1924 und 1925 in 11 Monaten 10mal mit den heute üblichen sehr geringen Dosen bestrahlt, und die Haut zeigte keinerlei Zeichen einer Röntgeneinwirkung. Es kann also auch der krankhafte Prozeß allein mit all seinen Begleiterscheinungen eine so hochgradige Verkürzung bedingen. Es sei auch hier noch Fall Nr. 22 erwähnt, der wegen einer Kniegelenktuberkulose 1924/25 11mal bestrahlt wurde, und zwar mit mittleren Dosen jedesmal von 2 Seiten mit je 20—33,3 % HED, aber die Sitzungen verteilt auf 20 Monate. Bei der Nachuntersuchung bestand keine Hautschädigung im

bestrahlten Gebiet. Die Verkürzung betrug am Oberschenkel 4,5 cm, Unterschenkel 3,0 cm und Fuß 1,5 cm. Im Röntgenbild zeigte sich das Kniegelenk schwer zerstört, doch bedingt der Substanzverlust höchstens eine Verkürzung von ½—¾ cm. Bei dem Fuß, dessen Verhältnisse uns im Vergleich zu den vorigen Fällen interessieren, erweist sich das untere Tibiaende rechts um 3 mm breiter als links, dem kranken Bein. Der Calcaneus ist rechts 7,5 cm, links 6,7 cm lang, Metatarsale I rechts 6,0, links 5,6 cm. Die anderen sind entsprechend verkürzt, nicht in dem auffallenden Mißverhältnis wie im Fall Nr. 41. Dieser Fall ist ein weiterer Beweis dafür, daß ein krankhafter Prozeß sekundär in einem entfernten Gliedabschnitt deutlich meßbare Längenunterschiede hervorrufen kann, denn hier ist ein Einfluß der Röntgenstrahlen sehr unwahrscheinlich. Es sei deshalb noch einmal betont, daß wir in den beiden ersten Fällen hauptsächlich wegen der starken Hautatrophie als Zeichen einer Röntgenschädigung an die Möglichkeit einer Schädigung auch der bestrahlten Epiphysenlinien gedacht haben, resp. sie nicht völlig abzulehnen vermögen. Es bleibt natürlich mehr oder weniger dem subjektiven Eindruck des einzelnen Beurteilers überlassen, wie hoch er den Strahlen eine Mitschuld zuschreibt. Von A. Beck und W. Schmidt wurde als Beweis der Röntgenschädigung eine Knochenatrophie beschrieben, die noch lange Jahre nach der Heilung der Tuberkulose besteht zu einer Zeit, in der sonst die Atrophie nicht mehr nachweisbar sein soll. Dieser Deutung müssen wir widersprechen. Auch wir sahen solche Atrophie bei bestrahlten Tuberkulosen, die seit Jahren ausgeheilt waren. Doch bestanden sie gleicherweise bei solchen Knochen, die nur unter mäßiger Strahleneinwirkung gestanden hatten, desgleichen bei Gliedteilen, die weitab vom bestrahlten Bezirk gelegen waren. Die Kalkarmut der Knochen bei Tuberkulose, die teils durch die Inaktivität, teils durch Toxineinwirkung zustande kommen wird, besteht sehr häufig noch jahrelang nach der Ausheilung weiter. Auch hierbei soll die Möglichkeit einer Mitwirkung der Röntgenstrahlen nicht abgestritten werden. Doch kann das Vorliegen einer Atrophie nicht als Beweis einer Röntgenschädigung anerkannt werden.

Zusammenfassung.

Wir sehen bei 76 Fällen von Gelenktuberkulosen, die mit Röntgenstrahlen behandelt worden waren, 15mal keine Wachstumsstörung, in 60 Fällen Wachstumshemmung, darunter 11mal nur Differenzen des Gliedumfangs, 49mal Umfangs- und Längendifferenzen und 1mal geringe Wachstumsbeschleunigung. Die Wachstumsstörungen sind in der überwiegenden Zahl der Fälle mit aller Wahrscheinlichkeit nicht durch die Röntgenstrahlen verursacht, sondern einmal durch die Erkrankung an sich, sei es durch Substanzverluste infolge Knochennekrose, sei es durch schädigende Einwirkungen auf die Epiphysen, zum andern durch die durch die lange Gipsbehandlung bedingte Inaktivierung. Als Begründung wird gezeigt:

1. Es läßt sich eine weitgehende Uebereinstimmung feststellen zwischen der Schwere der Erkrankung und dem Grad der Verkürzung.
2. Die Röntgenbilder zeigen in einer Anzahl von Fällen erhebliche Substanzverluste (z. B. Kopfschwund an Femur und Humerus).
3. Wir fanden auch bei nicht oder nur einmal bestrahlten Gelenktuberkulosen ähnliche Verkürzungen.
4. Es fanden sich in überwiegender Zahl Verkürzungen weitab vom erkrankten unbestrahlten Gebiet und dies fast nur an der unteren Extremität.

Bei zwei Fällen mit recht erheblichen Verkürzungen und Zeichen einer Hautschädigung kann ein schädigender Einfluß auf das Knochenwachstum durch die Röntgenstrahlen nicht ganz von der Hand gewiesen werden. Beide Fälle sind im Jahre 1915 mit sehr hohen Dosen in geringen Zeitabständen bestrahlt worden.

Bei der heutigen Bestrahlungstechnik sind nach den Erfahrungen der Rostocker Klinik Wachstumschädigungen durch Röntgenstrahlen nicht zu befürchten. Eine noch lange Jahre nach der Bestrahlung fortbestehende Knochenatrophie kann nicht als Beweis einer Strahlenschädigung anerkannt werden.

*Zusammenstellung der nachuntersuchten Fälle *).*

Hüftgelenk.

1. Ernst Sch., 15 J., *1914—15, rechts*

Bestrahlungen: vom 28. 4.—20. 7. 1914, 5mal, vom 3. 10. 1914 bis 27. 4. 1915 10mal in Abständen von 3 Wochen.

Befund: Ausgeheilt mit Ankylose in leichter Beuge- und Abduktionsstellung.
Länge des Beines r. 76,5, l. 83
Länge des Obersch. r. 39, l. 43
Länge des Untersch. r. 39, l. 40,5
Länge des Fußes r. 27, l. 28.

Röntgenbild: Schenkelkopf fehlt. Das Trochantermassiv durch mächtige Kallusmassen mit dem Becken verbunden.

2. Hans F., 9 J., *1923—24, rechts.*

Bestrahlungen: 22. 6.—1. 9. 1923, 3×50 % HED, 3 Al in Abständen von 4—5 Wochen,
7. 4.—3. 12. 1924, 7mal in Abständen von 4—6 Wochen je 2×33 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Noch nicht ausgeheilt, Abduktion zur Hälfte, Beugung 180 bis 135 °, Rotation kaum möglich, fistelnd.

Länge: Bein r. 88, l. 89,5, Verkürzung betrifft nur den Oberschenkel. Fuß r. 22,5, l. 24,5.

Röntgenbild: Kopfkontur etwas wellig, Struktur an einem Kopfteil wellig, trüb. Tuberkulose-Prozeß hier anscheinend noch nicht ausgeheilt. Epiphysenlinie sehr unregelmäßig.

3. Bernhard K., 14 J., 1924—1925, *rechts.*

Bestr.: 2. 9. 1924 50 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 8. 10. 1924 bis 22. 1. 1925 4mal in Abständen von 5 Wochen, je 2×33 % HED. 3. 2. 1925 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt, Ankylose in Beugestellung von 165 °.
Länge: Bein r. 80,5, l. 84
Obersch. r. 47, l. 50,5
Untersch. r. 34, l. 34
Fuß r. 26,5, l. 26,5.

Rö.-Bild: Kopfkappe etwas gewellt, aber scharf, Gelenkspalt etwas schmäler, aber allenthalben vorhanden.

4. Marie Sch., 18 J., 1924—1925, links.

Bestr.: 9. 5. und 14. 11. 1924 je 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 12. 12. 1924 33 % HED, 4. 2.—23. 5. 1925 4mal in Abständen von 4—6 Wochen, je 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. Hüft- und Kniegelenk versteift.
Länge: Bein r. 95, l. 90.
Obersch. r. 54, l. 50.
Untersch. r. 42, l. 41.
Fuß r. 27, l. 25.

Rö.-Bild; Kopf fehlt, Halsrest steht in der Pfanne.

*) Die Röntgenbilder sind nur soweit erwähnt, als sie für die Frage der Verkürzung etwas Wesentliches beitragen.

5. Heinz K., 8 J., 1925—1926, rechts.
Bestr.: 17. 12. 1925—1. 7. 1926. 6mal in Abtsänden von ca. 6 Wochen, je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Noch nicht ausgeheilt, fistelnd. Ankylose in Kontrakturstellung von 150°.
Länge: Bein r. 60, l. 61,5, Verkürzung betrifft den Oberschenkel, Fuß r. 18, l. 19.
Rö.-Bild: Schwere Zerstörung des Oberschenkelkopfes mit Einschluß der Epiphisenlinie, geringe Pfannenwanderung.

6. Stephan W., 9 J., 1926—1927, rechts.
Bestr.: 6. 5. 1926—6. 1. 1927. 7mal in Abständen von ca. 5—6 Wochen, je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt, frei beweglich. Keine Längendifferenzen.

7. Hedwig Sch., 1926—1928, rechts.
Bestr.: 6. 4. —15. 9. 1926. 5mal in Abständen von 4—6 Wochen, je 20 % HED.
6. 1. 1927 10 % HED.
26. 4.—20. 12. 1927 8mal in Abständ. v. 4 Wochen je 20 % HED.
20. 3.—30. 8. 1928 5mal in Abständen v. 4 Wochen je 20 % HED.
Filterung bei allen Bestrahlungen 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt. Ankylose in Flexionskontraktur von 160°.
Länge: Bein r. 79,5, l. 82.
Obersch. r. 45, l. 47,5
Untersch. r. 35, l. 35.
Fuß r. 21,5, l. 22,5.
Rö.-Bild: Kopfverschmälerung und Pfannenwanderung, wodurch die Verkürzung allein bedingt sein könnte.

8. Otto K., 6 J., 1827, links.
Bestr.: 17. 1.—22. 9. 8mal in Abständen von 4 Wochen, 1×20 %, 3mal je 2×15 %, 4mal je 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Noch nicht ausgeheilt, Beweglichkeit hochgradig eingeschränkt.
Länge: Bein r. 65, l. 61,5.
Fuß r. 19, l. 18.
Rö.-Bild: Totaler Schwund des Femurkopfes, starke Pfannenwanderung, Tuberkulose in Ausheilung begriffen, da allenthalben scharfe Struktur.

9. Werner B., 15 J., 1927—1928, links.
Bestr.: 24. 11. 1927—9. 7. 1928. 7mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Noch nicht ausgeheilt. Ankylose in Beugekontraktur von 145°, leichter Abduktion und Rotation. Gering fistelnd.
Länge: Bein r. 90, l. 82.
Obersch. r. 48, l. 43.
Untersch. r. 42, l. 41.
Fuß r. 27, l. 26.
Rö.-Bild: Der Kopf fehlt. Rest des Schenkelhalses in der Pfanne.

10. Walter B., 13 J., 1927, links.
Bestr.: 23. 5.—29. 7. 3mal in Abständen von 4 Wochen, 2mal je 15 %, 1mal 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt. Ankylose in Beugekontraktur von 45 % und Abduktionsstellung.
Befund: Bein r. 80, l. 78, Verkürzung betrifft den Oberschenkel, Fuß r. 24, l. 23,5.
Rö.-Bild: Fast völliger Kopfschwund.

Kniegelenk.

11. Else D., 19 J., 1915, rechts.
Bestr.: 12. 2.—12. 10. 1915. 12mal in Abständen von 3—4 Wochen. Das Kniegelenk wurde im Jahre 1916 reseziert.
Befund: Ausgeheilt.
Länge: Bein r. 78, l. 82.
Fuß r. 22,5, l. 24.

12. Friedrich K., 5 J., 1915, links.
Bestr.: 18. 1.—18. 11. 1915, 7mal in Abständen von 3—6 Wochen.
Befund: Ausgeheilt mit guter Beweglichkeit. Atrophie der Haut über dem Kniegelenk.
Länge: Bein r. 90,5, l. 87,5, Obersch. 2 cm verkürzt,
Fuß r. 26,5, l. 25, Untersch. 1 cm verkürzt.
Rö.-Bild: s. S. 36.

13. Emma N., 8 J., 1915, links.
Bestr.: 22. 2. —9.9. 1915, 6mal in Abständen von 4—5 Wochen.
Befund: Ausgeheilt. Ankylose in Varusstellung.
Länge: Bein r. 83,5, l. 78.
Obersch. r. 43, 5, l. 40,5.
Untersch. r. 41,5, l. 39.
Fuß r. 24;5, l. 23.
Rö.-Bild: Fast völlige Zerstörung des Gelenkspaltes. Epiphysenlinie der Tibia dicht am alten Herd, die des Femur 1½ bis 2 cm höher.

14. Emmi B., 10 J., 1921—23, rechts.
Bestr.: 21. 6— 10. 11. 1921 5mal in Abständen von 4—6 Wochen, je 2×40 % HED, 2×3 Al, 3×0,5 Zn + 4 Al.
27. 7.—31. 10. 23, 4mal in Abständen von 4 Wochen, 1×20 %, 3mal je 2×20 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
Befund: (Vom Arzt auswärts erhoben): Ausgeheilt. Ankylose in Streckstellung.
Länge: Bein r. 70,75, l. 76,5.
Obersch. r. 41,5, l. 44.
Untersch. r. 29,25, l. 32,5.
Fuß r. 22,5, l. 23,5.

15. Franz F., 11 J., 1922—1924, rechts.
Bestr.: 31. 8. 1922 20 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
28. 7. 1923 u. 28. 9. 1923 je 2mal 10 % HED, 0,5 Zn + 1 resp. 4 Al.
28. 1. 1924 2mal 33 % HED, 0,5 Zn + 1 resp. 4 Al.
Befund: Ausgeheilt (Befund außerhalb vom Arzt erhoben.)
Länge: Obersch. r. 45, l. 51.
Untersch. r. 34, l. 38.
Fuß r. 25, l. 27.

16. Wilhelm L., 18 J., 1921—1923, rechts.
Bestr.: 30. 3.—30. 8. 1921, 6mal in Abständen von 3—4 Wochen, je 2mal 40 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
29. 6. 1922, 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
27. 3. und 3. 5. 1923 je 2mal 10 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
Befund: Ausgeheilte Ankylose in Beugekontraktur von 160°. Haut über dem Knie atrophisch, mit der Unterlage verwachsen.
Länge: Bein r. 87,5, l. 89.
Obersch. r. 45, l. 45,5.
Untersch. r. 44, l. 45.
Fuß r. 25,5, l. 26,5.

17. Anna M., 15. J., 1920, links.
Bestr.: li. 11.—27. 12. 1920, 3mal in Abständen von 3 Wochen, je 2×150 F, 3 Al.
Befund: Das Kniegelenk wurde 1922 reseziert. Ankylose in Streckstellung. Ausgeheilt.
Länge: Bein r. 82, l. 75 (nicht verwertbar)
Fuß r. 25, l. 23.

18. Anni R., 8 J., 1922, links.
Bestr.: 8. 7. 2mal 50 % HED, 3 Al. 9. 8. 50 % HED, 3 Al. 7. 9. 33 % HED, 3 Al. 18. 10. 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 11. 12. 15 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
Befund: Ausgeheilt. Beugung 120—180°
Länge: Bein r. 88, l. 86.
Rö.-Bild: Großer Defekt am Condyl. med. fem. et tibiae.

19. Heinrich R., 17 J, 1921, links.
Bestr.: 17. 10.—13. 12. 1921. 3mal in Abständen von 4 Wochen je 2×40 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit. Keine Längendifferenzen.

20. Harry Sch., 8 J., 1921—1923, links.
Bestr.: 16. 6. 1921 40 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 20. 10. und 17. 11. 21 je 2×40 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 13. 3.—18. 5. 23 3mal in Abständen von 4Wochen 1×50 %, 2mal je 33 % HED, 3 Al. 13. 8. bis 8. 11. 23 4mal in Abständen von 4 Wochen je 50 % HED, 3 Al.
Befund: Ausgeheilt. Beweglichkeit gut, Schlottergelenk.
Länge: Bein r. 81,5, l. 80, Verkürzung betr. Untersch.
Fuß r. 24, l. 23,5.

21. Willi W., 19 J., 1921, links.
Bestr.: 28. 2.—23. 5. 4mal in Abständen von je 4 Wochen je 2×40 % HED, 3 Al. 23. 7. u. 30. 8. je 2mal 40 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.
Befund: Ausgeheilt. In Beugestellung von 165° fixiert. Ganz geringe Bewegungen im Sinne von Beugung u. Streckung möglich.
Länge: Bein r. 82,5, l. 80, Obersch. 1,5 cm verkürzt.
Fuß r. 25,5, l. 25, Untersch. 1 cm verkürzt.

22. Olga E., 8 J., 1924—1925, links.
Bestr.: 24. 1.—8. 5. 1924 4mal in Abständen von 4—5 Wochen zuerst 2×33 %, dann 2×25 %, zuletzt 2×20 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. — 12. 1. 1925, 2×33 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. — 14. 2.—28. 8. 1925, 6mal in Abständen von 5 Wochen je 2×20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt. Beugekontraktur von 150°. Leichte Wackelbewegungen möglich.
Länge: Bein r. 82,5, l. 75.
Obersch. r. 41,5, l. 37.
Untersch. r. 42, l. 39.
Fuß r. 24, l. 22,5.
Rö.-Bild: Gelenkspalt weitgehend zerstört, doch ist die Knochensubstanz relativ gut erhalten, so daß als Substanzverlust eine Verkürzung von höchstens 1 cm anzunehmen ist.

23. Robert K., 14 J., 1924, rechts.
Bestr.: 12. 8., 13. 9. u. 8. 10. je 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit freier Beweglichkeit. Keine Längenunterschiede.

24. Wilhelm R., 16 J., 1923—1925, rechts.

Bestr. 19. 2. 23 2×66 %, 22. 3. und 20. 4. 1923 je 2×50 %, 19. 5. 1923 2×10 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 16. 12. 1924 2×33 % HED, 21. 1. 1925 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Fast vollständig ankylosiert, ausgeheilt in Streckstellung von 180°. Nur minimale Bewegungen möglich. Keine Längenunterschiede.

25. Margot Kr., 12 J., 1923—1294, rechts.

Bestr.: 2. 8.—30. 11. 1923 5mal in Abständen von 4 Wochen je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 25. 1. 1924 2×33 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 27. 2. 24. 2×25 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 29. 3., 16. 5., 7. 6. 1924 je 2×20 % HED, 0,5 Zn + 4 Al.

Befund: Ausgeheilt in Ankylose in Streckstellung.

Länge: r. 88, l. 95.

Rö.-Bild: s. S. 17.

26. Ernst Br., 14 J.- 1926—1927, rechts.

Bestr.: 28. 9. 1926, 18. 1. 1927, 3. 3., 6. 4., 9. 5., 17. 10. 1923 je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit guter Beweglichkeit. Keine Längendifferenzen.

27. Hans K., 12 J., 1925—1926, links.

Bestr.: 4. 11. 1925—20. 7. 1926. 8mal in Abständen von ca. 5 Wochen je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. (Vom Arzt außerhalb erhoben).

Länge: Oberschenkel r. 45, l. 44.
Unterschenkel r. 39,5, l. 38,5.
Fuß r. 24,5, l. 23,5.

28. Günther M., 8 J., 1925—1926, links.

Bestr.: 19. 6., 3. 11., 8. 12. 1925, 10. 2., 20. 5. 1926 je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt in Beugekontraktur von 160°. Tibia scheint nach hinten subluxiert zu sein.

Länge: Bein r. 67,5, l. 66,5.
Oberschenkel r. 38, l. 37,5.
Unterschenkel r. 29.5, l. 29.
Fuß r. 19, l. 17.

29. Friedrich O., 18 J., 1925—1926, links.

Bestr.: 17. 8.—26. 12. 1925, 5mal in Abständen von ca. 4—5 Wochen je 2×20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. — 30. 4. 24, 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt in fast vollständiger Ankylose. Bewegungen im Ausmaße von 10—15° möglich.

Länge: Bein r. 84,5, l. 84,5.
Fuß r. 24, l. 23,5.

30. Paul L., 15 J., 1927, links.

Bestr.: 23. 2.—2. 9. 7mal in Abständen von ca. 4—5 Wochen, 4mal je 2×10 % HED, 3mal je 10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit guter Beweglichkeit. Keine Längenunterschiede.

31. Gerhard M., 7 J., 1927, links.
Bestr.: 19. 9., 29. 10., 1. 12. je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Noch fistelnde Tuberkulose.
Länge: Fuß r. 18, l. 16,5.
Das Bein konnte nicht gemessen werden.

32. Eberhard Sch., 4 J., 1927, rechts.
Bestr.: 14. 3.—29. 10. 8mal in Abständen von 4—5 Wochen, 4mal je 20 %, 2mal je 10 %, 2mal je 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit guter Beweglichkeit. An der Innenseite des r. Kniegelenkes eine Narbe, die von unserer Operation herrührt, durch welche ein Herd im Tibiakopf ausgeräumt wurde.
Länge: Bein r. 54, l. 53,
Fuß r. 16,75, l. 16.
Verlängerung von 1 cm betr. d. Obersch.

33. Willi T., 12 J., 1927—1928, rechts.
Bestr.: 11. 6. 27—14. 7. 1928, 10mal in Abständen von 4—5 Wochen, 5mal je 15 %, 5mal je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt. Beugung von 180—150° möglich. Schlottergelenk.
Länge: Keine Differenzen.

34. Grete K., 18 J., 1925—1926, links.
Bestr.: 31. 12. 1925—17. 8. 1926, 7mal in Abständen von 5—6 Wochen, 4mal je 20 %, 1×30 %, 1mal 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Floride Tuberkulose.
Länge: Bein r. 73, l. 73.
Fuß r 22,5, l. 20,5.

35. Erich L., 14 J., 1925—1927, rechts.
Bestr.: 31. 12. 1925—17 .8. 1926, 7mal in Abständen von 5—6 Wochen, je ×20 %, 18. 11. 1926 2×10 %, 21. 3.—21. 5. 1927 3mal in Abständen von 4 Wochen je 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit. Keine Längenunterschiede.

36. Anneliese M., 10 J., 1926, links.
Bestr.: 5. 3.—28 7., 5mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit. Keine Längendifferenzen.

37. Ludwig P., 19 J., 1925—1926, links.
Chronische Entzündung durch einen Fremdkörper.
Bestr.: 14. 4., 27. 5., 26. 11., 11. 1., 1926, 9. 2. je 2×20 % HED, 18. 3, 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt, Beugung zur Hälfte eingeschränkt. Keine Längendifferenzen.

38. Paul Friedrich, 8 J., 1926—1928, links.
Bestr.: 17. 8. 1926—24. 2. 1927, 6mal in Abständen von 5—6 Wochen, 1×33 %, 2mal je 2×15 %, 3mal je 2×10 % HED, 24. 4. 2×10 %, 25. 5. 15 %, 25. 8. 1927—30. 11. 1927 4mal in Abständen v. 4—5 Wochen je 15% HED, 4. 2. 1928 15% HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit geringer Beweglichkeit.
Länge: Bein r. 70, l. 70.
Fuß r. 22, l. 20,5.

39. Paul Str., 15 J., 1925—1927, links.
Bestr.: 17. 8. 2×20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 17. 9. und 27. 10. je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 16. 2. 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al. 21. 9. 1926 und 17. 1. 1927 je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt. Beweglichkeit bis zur Hälfte eingeschränkt.
Länge: Bein r. 95, l. 93.
Oberschenkel r. 48, l. 47.
Unterschenkel r. 47, l. 46.
Fuß r. 24,5, l. 23.

Fußgelenk.

40. Gertrud Sch., 2 J., 1914, links.
Bestr.: 4. 4.—24. 6, 5mal in Abständen von 3 Wochen.
Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit.
Länge: Bein r. 80,5, l. 82,5.
Fuß r. 20,5, l. 22,5, Verkürzung betr. d. Unterschenkel.

41. Henny A., 6 J., 1915, rechts.
Bestr.:12. 4.—26. 8,, 8mal in Abständen v. 3 Wochen, 27. 10. u. 26. 11.
Befund und *Rö.-Bild* siehe S. 23.

42. Hildegard A., 2¼ J., 1915, rechts.
Bestr.: 28. 5, 18. 6., 23. 7., 29. 9.
Befund: Ausgeheilt mit geringer Beweglichkeitseinschränkung und starker Plattfußbildung.
Länge: Bein r. 82, l. 85, Verkürzung betr. d. Unterschenkel.
Fuß r. 21,5, l. 23,5.

43. Hans R., 9 J., 1915, rechts.
Bestr.: 4. 6.—18. 11., in Abständen von 3—4 Wochen.
Befund: Ausgeheilt mit sehr starker Beweglichkeitseinschränkung.
Länge: Bein r. 90, l. 93.
Oberschenkel r. 52,5, l. 52,5.
Unterschenkel r. 36, l. 39.
Fuß r. 24,5, l. 27,5.
Rö.-Bild: Das obere Sprunggelenk ist weitgehend zerstört, der Talus stark abgeflacht. Das Gelenk sieht wie reseziert aus.

44. August W., 12 J., 1921—1925, links.
Bestr.: 8. 10., 5. 11., 2. 12. 1921, 31. 1., 1. 3. 1922 je 2mal 75 F,, 26. 4. 2×50 %, 24. 5., 14. 8. 1923 je 2×33 %, 24. 9. 1924, 22. 10. 1924, 2. 12. 1924, 15. 6. 1925 je 2×20 % Hed, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit leichter Beweglichkeitseinschränkung.
Länge: Bein r. 93,5, l. 91,5, Verkürzung betr. den Unterschenkel.
Fuß r. 24,5, l. 23, 5.

45. Albert B., 4 J., 1923—1924, rechts.
Bestr.: 10. 7., 6. 12. 1923—1. 11. 1924, 9mal in Abständen von 4—6 Wochen, je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 resp. 4 Al.
Befund: Ausgeheilt mit geringer Bewegungs-Einschränkung.
Länge: Bein. r. 65, l. 65.
Fuß r. 18,5, l. 21.

46. Erich H., 4 J., 1924—1925, links.

Bestr.: 1. 4., 6. 5., 3. 6. 1925, je 2×20% HED, 14. 7. 20%, 18. 8. 15%, 2. 9., 7. 10., 11. 11. 1924 je 33 %, 7. 1., 13. 2. 1925 je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt in Ankylose.
Länge: Bein r. 60, l. 56,5.
Fuß r. 19,5, l. 15,5.
Obersch. 2 cm, Untersch. 1,5 cm verkürzt.

Rö.-Bild: Linker Fuß ist gegenüber dem rechten hochgradig atrophisch. Der Talus fehlt ganz. Vom unteren Tibiaende ist die Epiphyse bis zur Epiyhysenlinie fast völlig geschwunden. Dicht oberhalb derselben beträgt die Breite der Tibia rechts 3,1 cm, links 2 cm, die Länge des Calcaneus rechts 5,1 cm, l. 4,4 cm, des Cuboids r. 2,8 cm, l. 2,4 cm.

47. Charlotte K. 11 J., 1924—1925, rechts.

Bestr: 23. 10., 26. 11. je 2×33 %, 6. 1. 1925—23. 5. 5mal in Abständen von 4—5 Wochen je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit.
Länge: Bein r. 79, l. 79.
Fuß r. 21,5, l. 23.

48. Grete B., 3 J., 1925—1927, links.

Bestr.: 16. 5., 23. 6. 1925 je 2×10 %, 31. 7. 1925 2×15 %, 20. 1., 23. 5., 26. 10. 1926 je 2×10 %, 6. 12. 33 %, 17. 5 .1927 15 %, 22. 7. 1927 10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. Die Beweglichkeit ist zur Hälfte eingeschränkt.
Länge: Bein r. 52,5, l. 52,5.
Fuß r 16, l. 15.

49. Willy L., 5 J., 1925—1926, links.

Bestr.: 19. 10., 16. 11., 2. 12. 1925, 4. 2., 15. 3. 1926, je 2× 10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit. Keine Längendifferenzen.

50. Richard B., 12 J., 1927, links.

Bestr.: 23. 3.—27. 7., 5mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit normaler Beweglichkeit, keine Längendifferenzen.

51. Ursula M., 3½ J., 1927—1928, rechts.

Bestr.: 5. 10. 1927—6. 1. 1928, 4mal in Abständen von 4 Wochen je 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt m. norm. Bew., keine Längendifferenz.

52. Gerda H., 5 J., 1927—1928, rechts.

Bestr.: 12. 10. 1927—19. 4. 1928, 6mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Noch nicht ausgeheilt. Das Gelenk ist weitgehend versteift und noch druckschmerzempfindlich.
Länge: Bein r. 49,5, l. 49,5.
Fuß r. 14, l. 15.

53. Heinz M., 5 J., 1927—1928, rechts.

Bestr.: 30. 11. 1927—30. 4. 1928, 6mal in Abständen von 4 Wochen, 4mal je 10 %, 2mal je 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Beweg., keine Längendifferenz.

54. Willy B., 7 J., 1924—1927, links.

Bestr.: 5. 5. 2×33 %, 3 Al, 6. 6. 2×20 %, 11. 7., 19. 8. 33 %, 15. 9., 15. 10. 1924 je 2×15 %, 3. 11. 1925, 15. 12. 1926 je 2×10 %, 12. 4. 1927 20 %, 13. 5. 1927 15 %, 12. 9. 1927 20 %, 27. 11. 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit geringer Bew.-Einschränkung.

Länge: Bein r. 71, l. 70, Verkürzung betr. den Unterschenkel. Fuß r. 21, l. 19.

Rö.-Bild: Weitgehende Zerstörung des oberen Sprunggelenkes unter deutlicher Verschmälerung des unteren Tibiaendes und des Talus. Unteres Sprunggelenk ist weniger zerstört. Der Prozeß geht röntgenologisch nicht in die Epiphysenlinie der Tibia hinein.

Schultergelenk.

55. Siegfried T., 8 J., 1919, links.

Bestr.: 15. 5., 14. 6., 28. 6., je 2×150 F, 3 Al.

Befund: Ausgeheilt. Arm in Adduktionsstellung ankylosiert.

Länge: Oberarm r. 37, l. 26,
Unterarm r. 28,5, l. 28,5.

Rö.-Bild: Vom Kopf ist nichts sicheres zu sehen. Ein zugespitzter Teil des Schaftes scheint in der Pfanne zu stehen.

56. Hans Sch., 15 J., 1924—1925, links.

Bestr.: 8. 8.—8. 11. 1924, 4mal in Abständen von 4 Wochen je 2×25 % HED, 6. 12. 1924, 17. 1. 1925, 19. 2. 1925 je 2×20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. Arm ist in Adduktionsstellung versteift.

Länge: Oberarm r. 32, l. 27,5.
Unterarm r. 27, l. 26.
Hand r. 22, l. 22.

57. Charlotte P., 10 J., 1927, links.

Bestr: 18. 3.—15. 9., 6mal in Abständen von 4 Wochen, 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Bewegl.

Länge: Oberarm r. 28, l. 27,
Unterarm und Hand keine Längendiff.

Ellenbogengelenk.

58. Paul G., 14 J., 1914, rechts.

Bestr.: 30. 3., 21. 4., 11. 5., 12. 6., 16. 7., 2. 10, 1914.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Beweg., keine Längendiff.

59. Käthe Sch., 6 J., 1922—1923, rechts.

Bestr.: 29. 6. 33 % HED, 0,5 Zn + 4 Al. 8. 8. 50 % HED, 3 Al. 29. 9. 33 %, 3 Al. 31. 10. 1922—28. 6. 23 8mal in Abständen von 4—6 Wochen 1×50 %, 7×33 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. (Befund außerhalb vom Arzt erhoben.)

Länge: Oberarm r. 23,5 l. 25,
Unterarm r. 21, l. 23,5.
Hand r. 15,5, l. 16.5,

60. August W., 12 J., 1922, rechts. Siehe auch Nr. 44.

Bestr.: 31. 1. 2×20 %, 1. 3. 20 %, 3 Al, 21. 6., 2. 7., 14. 9. je 2×25 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Bewegl., keine Längendifferenz.

61. Erna H., 16 J., 1924—1925, links.

Bestr.: 7. 8. 1924—19. 1. 1925, 6mal in Abständen von 4—5 Wochen je 2×20 %, 17. 2.—13. 8. 1925, 6mal in Abständen von 5—6 Wochen je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt. Streckung bis 130°, Beugung bis 100° möglich. Rotation zur Hälfte eingeschränkt.

Länge: Oberarm r. 34, l. 32.
Unterarm und Hand keine Differenzen.

Rö.-Bild: Weitgehende Zerstörung des Gelenkspaltes mit Destruktion der Knochensubstanz, sodaß hierdurch bedingt wohl 1—2 cm Verkürzung zu erklären wären.

62. Paul L., 8 J., 1923, links.

Bestr.: 16. 1., 13. 2., 13. 3. je 50 %, 11. 4. 33 %, 17. 5. 2× 33 %, 21. 6. 33 %, 30. 7. 2×33 %, 4. 9. 33 % HED, 3 Al.

Befund: Ausgeheilt mit geringer Beweg.-Einschränkung.

Länge: Oberarm r. 30, l. 30.
Unterarm r. 23, l. 22.
Hand r. 18, l. 18.

63. Willy B., 10. J., 1926—1927, links. Siehe auch Nr. 54.

Bestr.: 17. 7.—29. 11. 1926 5mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 2×10 % HED, 22. 5. 1927, 13. 7., 29. 9. 1927, je 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit fast völliger Versteifung.

Länge: Unterarm r. 21, l. 20.
Oberarm und Hand keine Differenzen.

Rö.-Bild: Deutliche Zerstörung des Gelenkspaltes bei verhältnismäßig geringer Atrophie. Tuberkulose geht in die Epiphysenlinie hinein.

64. Regina T., 15 J., 1927—1928, rechts.

Bestr.: 15. 1. 25 %, 17. 2. 2×20 %, 23. 3. 2×15 %, 24. 4., 28. 5. je 20 %, 6. 1. 28. 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Beweglichkeit, keine Längendifferenz.

65. Hans T., 15 J., 1925—1926, rechts.

Bestr.: 12. 10. 1925—1. 3. 1926. 5mal in Abständen von 5—6 Wochen je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Ausgeheilt mit norm. Bew., keine Längendifferenz.

66. Wilhelm J., 13 J., 1927—1928, rechts.

Bestr.: 19. 4. 1927—17. 1. 1928, 9mal in Abständen von 4—6 Wochen, je 20 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.

Befund: Noch nicht ausgeheilt. Die Beweglichkeit ist stark eingeschränkt. Die Kondylen sind aufgetrieben und druckschmerzhaft. Keine Längendifferenzen.

Rö.-Bild: Gelenkspalt z. T. zerstört, mäßige Atrophie.

67. Hertha W., 2¼ J., 1915, links.
Bestr.: 12. 6., 26. 7., 16. 8., 6. 9.
Befund: Ausgeheilt. Ankylose in Beugestellung von 90°. (Befund vom Arzt auswärts erhoben.)
Länge: Oberarm r. 25,, l. 23.
Unterarm r. 20, l. 18,5.
Hand r. 15,5, l. 14,5.

68. Joseph D., 9 J., 1927, rechts, siehe Nr. 70.
Bestr.: 22. 4.—29. 8., 5mal in Abständen von 4—5 Wochen je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit norm. Beweglichkeit, keine Längendifferenz.

Handgelenk.

69. Paul Sch., 16 J., 1921, links.
Bestr.: 7. 2., 26. 4., je 150 F, 26. 5., 19. 8. je 75 F, 3 Al.
Befund: Ausgeheilt mit leichter Bewegungseinschränkung.
Länge: Unterarm r. 29, l. 27.
Oberarm und Hand keine Längendifferenzen.

70. Joseph D., 9 J., 1927, rechts.
Bestr.: 22. 4.—29. 8., 5mal in Abständen von 4—5 Wochen je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit norm. Beweglichkeit. Keine Längendifferenz.

71. Lieselotte B., 14. J., 1927—1928, links.
Bestr.: 1. 12. 1927, 5. 1., 3. 2. 1928, je 10 %, 1. 3. 2×15 %, 30. 3., 1. 5, je 2×10 %, 31. 5. 15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt mit norm. Bewegl., keine Längendifferenz.

72. Otto P., 24 J., 1927—1928, rechts.
Bestr.: 24. 11. 1927—18. 10. 1928, 10mal in Abständen von 4—5 Wochen, je 2×15 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Noch nicht ausgeheilt. Das Gelenk ist wenig beweglich und noch druckschmerzempfindlich.
Länge: Hand r. 20,5, l. 21.
Oberarm und Unterarm weisen keine Differenzen auf.

Tuberkulose des distalen Radiusendes.

73. Karl M., 12 J., 1919, links.
Bestr.: 8. 5.—28. 10. 7mal in Abständen von 3—4 Wochen.
Befund: Ausgeheilt.
Länge: Keine Differenzen.

74. Hilde van H., 2 J., 1922, links.
Bestr.: 13. 6. 2×25 %, 0,5 Zn + 4 Al, 13. 7., 4. 8., 8. 9., 4, 12., je 50 % HED, 3 Al
Befund: Ausgeheilt.
Länge: Oberarm r. 24, l. 24
Unterarm r. 19, l. 18.
Hand r. 16, l. 15.

75. Brunhilde V., 1½ J., 1922—1923, links.
Bestr.: 20. 11. 1922—20. 3. 1923, 5mal in Abständen von 4 Wochen je 50 % HED, 3 Al.
Befund: Ausgeheilt.
Länge: Oberarm r. 22, l. 22.
Unterarm r. 18,5, l. 17,5.
Hand r. 14,5, l. 13,5.

76. Theo F., 18 J., 1923, rechts.
Bestr.: 23. 8.—19. 11. 4mal in Abständen von 4 Wochen je 2×10 % HED, 0,5 Zn + 1 Al.
Befund: Ausgeheilt, keine Längendifferenzen.

Am Schlusse der Arbeit danke ich Herrn Privatdozent Dr. H u e c k für die Ueberlassung des Themas und die allzeit freundliche Unterstützung bei der Bearbeitung.

Literatur.

Baisch: Ergebn. d. Chir. u. Orth., 1913, Bd. 7, S. 142.
Beck, Otto: Ergebn. d. Chir. u. Orth. 1925, Bd. 18, S. 142.
Beck, Adolf: 36. Tagung nordwestdeutscher Chirurgen 1928.
Försterling: Zentralbl. f. Chir. 1906, Nr. 19, S. 521.
— — Arch. f. klin. Chir., Bd. 81, II., 1906, S. 505.
Geller: Klin. Wochenschr. 1924, Nr. 14, S. 561.
Grasmann: Münch. med. Wochenschr. 1927, Nr. 46, S. 1960.
v. Hoffmann: Strahlenther., Bd. 14, 1923, S. 566.
Hueck, Hermann: Arch. f. klin. Chir., Bd. 150, 1928.
Iselin: Dtsch. Ztschr. f. Chir., Bd. 103, 1910, S. 483.
Iserlin u. Dieterle: Ref. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1913, Bd. 19, S. 473.
Jüngling: Werners Lehrbuch der Strahlenther., Bd. II (Meyer) 1925.
F. Krause: Dtsch. Chir., Lieferg. 28a, 1899, S. 90, 124.
Krukenberg: Verh. d. Dtsch. Rö.-Ges., 1909, Bd. 5, S. 70.
Miller: Zit. nach F. Krause, Dt. Chir. Lfg. 28a, 1899.
Müller, Walter: Münchn. med. Wochenschr., 1923, Nr. 30, S. 980.
Perthes: Arch. f. klin. Chir., Bd. 71, 1903, S. 978.
Plagemann: Verh. d. dtsch. Rö.-Ges. 1910, Bd. 6, S. 63.
Rahm: Neue dtsch. Chir., Bd. 37, 1927.
Recamier: Ref. Forschr. a. d. Geb. d. Rö.-Strahlen, Bd. X, 1906, S. 121.
Reichel: v. Bruns, Garré, Küttner: Handbuch d. prakt. Chir., Bd. V, 1914.
Reschke: Dtsch. Zeitschr. f. Chir., 1926, Bd. 197, S. 292.
Schede: Zeitschr. f. orth. Chir., 1913, Bd. 31, S. 497.
Schmerz: Bruns Beitr. 1912, Bd. 81, S. 634.
Schubert: Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 161, 1921, S. 80.
Schuchardt (Dollinger): Dtsch. Chir., Lfg. 28a, 1899, S. 53.
Stordeur: Münch. med. Wochenschr., 1924, Nr. 19, S. 617.
Walter: Fortschr. a. d. Geb. der Rö.-Str., Bd. 19, S. 123.
Wetterer: Handbuch der Röntgen- und Radiumtherapie 1928, Bd. II., S. 581.

Lebenslauf.

Am 27. Oktober 1903 wurde ich geboren als Sohn des Pfarrers Karl Spieß in Bechtheim, Kreis Untertaunus. Ich besuchte die Volksschule in Michelbach und wurde nebenbei von meinem Vater für den Eintritt in die Obertertia eines humanistischen Gymnasiums vorbereitet. Mein Vater starb am 9. Juni 1917. Zunächst besuchte ich das Gymnasium zu Limburg/Lahn ½ Jahr lang und darauf das Staatliche Gymnasium zu Wiesbaden. Im Februar 1922 bestand ich mein Abiturientenexamen und war dann 2 Jahre als Bankvolontär bei der Nassauischen Landesbank in Wiesbaden tätig. Im Sommer 1924 begann ich mein Studium als Mediziner, und zwar studierte ich in Marburg, in Freiburg, wo ich mein medizinisches Vorexamen bestand, in Rostock und in Berlin. Das medizinische Staatsexamen gedenke ich in den Osterferien 1929 zu machen.

Druck von August Oberreuter, Zeulenroda i. Thür.
Spezialdruckerei für Dissertationen.